



**Fábio André
Mendes Lopes
Ventura**

**Value Stream Mapping metodologia Lean aplicada a
uma linha de montagem**



**Fábio André
Mendes Lopes
Ventura**

Value Stream Mapping metodologia Lean aplicada a uma linha de montagem

Relatório de projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica do Doutor Luís Miguel Domingues Fernandes Ferreira, Professor Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro

o júri

presidente

Prof. Doutora Carina Maria Oliveira Pimentel
professora auxiliar convidada da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Armando Luís Ferreira Leitão
professor auxiliar da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Prof. Doutor Luís Miguel Domingues Fernandes Ferreira
professor auxiliar da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Gostaria de agradecer a toda a minha família, especialmente aos meus pais que sempre me apoiaram e ajudaram em todo o meu percurso universitário. Os meus agradecimentos ao meu orientar da Universidade de Aveiro Doutor Luís Ferreira por toda a ajuda concedida no desenvolvimento deste projeto.

Agradeço igualmente a Teka Portugal pela oportunidade da realização do estágio e a todos os seus colaboradores com destaque especial para Engenheira Andreia Santos por todos os conhecimentos transmitidos e por se ter revelado uma excelente pessoa.

Por fim mas não menos importante, um agradecimento a todos os meus amigos pelo apoio e amizade conferida nestes últimos anos espetaculares.

palavras-chave

Lean thinking, Value Stream Mapping, Toyota, linha de montagem, desperdício, melhoria contínua.

resumo

O presente projeto vai abordar diversas metodologias Lean. O Value Stream Mapping surge como uma ferramenta Lean fundamental para desencadear estas metodologias onde o foco principal é a identificação e eliminação de desperdícios existentes na indústria e a aplicação de melhorias contínuas nos processos produtivos.

O projeto é desenvolvido na Teka Portugal em torno das linhas de montagem de um exaustor onde o seu objetivo, através do Value Stream Mapping, é a otimização de uma área de um pavilhão e o aumento de produtividade destas mesmas linhas. O projeto vai ilustrar o funcionamento atual das linhas de montagem, caracterizando os seus desperdícios e as suas oportunidades de melhoria, com o objetivo de desenvolver um estado futuro onde todas as melhorias encontradas sejam implantadas e os seus proveitos identificados.

keywords

Lean thinking, Value Stream Mapping, toyota, assembly line, waste, continuous improvement, value.

abstract

This project will address several Lean methodologies. The Value Stream Mapping Lean tool appears as a key to unleash these methodologies where the main focus is to identify and eliminate waste in industry and the implementation of continuous improvements in production processes.

The project is developed in Teka Portugal around the assembly lines of extractor hood where your goal, through the Value Stream Mapping is the optimization of an area of a pavilion and increased productivity of these same lines. The project will illustrate the current operation of assembly lines, characterizing their waste and opportunities for improvement, with the goal of developing a future state where all the improvements found to be deployed and their profits identified.

Índice

1.	Introdução	1
1.2.	Principais problemas	1
1.3.	Objetivos do projeto	2
1.4.	Estrutura do relatório.....	3
2.	Revisão bibliográfica	5
2.1.	Conceito <i>Lean</i>	5
2.2.	<i>Lean</i> thinking	6
2.3.	Princípios da filosofia <i>Lean</i>	6
2.4.	<i>TOYOTA PRODUCTION SYSTEM</i>	8
2.5.	Identificar e eliminar o desperdício	10
2.5.1.	Eliminação do desperdício	10
2.5.2.	Os sete desperdícios.....	11
2.5.3.	Outras técnicas de eliminação de desperdício.....	12
2.5.3.1.	Metodologia 5'S	12
2.5.3.2.	Kanban.....	14
2.5.3.3.	Just in time	15
2.5.3.4.	Total Productive Maintenance	15
2.5.3.5.	SMED	15
2.5.3.6.	Supermercado	16
2.6.	<i>Value Stream Mapping</i>	16
2.6.1.	Família do produto	18
2.6.2.	Mapeamento do estado atual.....	18
2.6.3.	Mapeamento do estado futuro.....	21
2.7.	Conclusão	22
3.	Caso de estudo	23
3.1.	Apresentação da Teka Portugal, S.A.	23
3.2.	Exposição do caso de estudo	24
3.2.1.	1ª Fase - Montagem de exaustores e supermercado	25
3.2.2.	2ª Fase – Pré-montagem dos motores.....	28
3.3.	Aplicação do <i>Value Stream Mapping</i>	30
3.3.1.	Equipa multidisciplinar	30

3.3.2.	Value Stream Mapping estado corrente	31
3.3.3.	Value Stream Mapping estado futuro	42
4.	Conclusões e resultados obtidos.....	53
4.1.	Conclusões finais	53
4.2.	Limitações do projeto.....	54
4.3.	Aplicações futuras do VSM em outros produtos	54
	Bibliografia	55
	Anexos	57

Índice de figuras

Figura 1 – A casa <i>Toyota</i> de <i>Liker</i> (2004 p.33 fig. 3-3).....	8
Figura 2 – A casa <i>Toyota</i> de <i>Glenday</i> (2005 p.23)	9
Figura 3 – Sistema <i>pull Kanban</i> (Vatalaro & Taylor, 2003).....	14
Figura 4 – Processo típico para a implementação <i>Lean</i> (Rivera e Frank Chen, 2007)	17
Figura 5 – <i>Value Stream Mapping Icons</i> (Rother e Shook,2002).....	19
Figura 6 – Pavilhão 13	25
Figura 7 – Supermercado exaustores.....	26
Figura 8 - Carros de abastecimento	27
Figura 9 – Linhas de montagens dos exaustores.....	28
Figura 10 – Pré-montagens dos motores	29
Figura 11 – Início do <i>Value Stream Mapping</i> do estado corrente	34
Figura 12 – <i>Value stream Mapping</i> estado corrente	35
Figura 13 – <i>Kaizen</i> no <i>Value Stream Mapping</i>	37
Figura 14 – Exercício movimentações.....	40
Figura 15 – <i>Value Stream Mapping</i> estado futuro	43
Figura 16 – <i>Layout's</i> linhas de montagem.....	44
Figura 17 – Balanceamento do modelo CNL	45
Figura 18 – Caixas de <i>stock</i>	47
Figura 19 – Linha de montagem piloto.	52
Figura 20 – <i>Value Stream Mapping</i> estado corrente envolvente	58
Figura 21 – <i>Value Stream Mapping</i> estado futuro envolvente.....	59

Índice Tabelas

Tabela 1 – Modelos de exaustores.....	31
Tabela 2 - Simbologia VSM.....	36
Tabela 3 - Indicadores chave de desempenho.....	41
Tabela 4 - Constituição da estande dos componentes comuns.....	47
Tabela 5 - Indicadores chave de desempenho futuros	50

Índice Gráfico

Gráfico 1 – Ocupação exaustores em m ²	51
---	----

1. Introdução

1.1. Enquadramento do projeto

A filosofia *Lean* encontra cada vez mais aplicações no setor industrial, esta permite às organizações a eliminação de muitos desperdícios encobertos nas suas atividades e processos fabris. O *Value Stream Mapping* é uma das ferramentas *Lean* e vai constituir a base do desenvolvimento deste projeto.

Com as margens de lucro cada vez mais reduzidas, devida a globalização e a toda a competitividade que está acarreta, e com crise mundial existente nos dias de hoje, as organizações focam-se nos seus processos e procuraram neles melhorias para assim conseguir continuar no mercado a um nível competitivo. É esta a base deste projeto, procurar dentro da organização uma melhoria contínua em todas as suas atividades, colmatando processos obsoletos e inovando outros para um maior e mais sustentável crescimento da organização.

1.2. Principais problemas

A utilização excessiva de um espaço físico de um pavilhão para uma linha de montagem de um determinado produto, tornou-se um dos maiores problemas encontrados nesta organização. Mas este não é o único problema, com o mau aproveitamento do espaço, outros problemas foram surgindo com o passar do tempo.

Atualmente esta linha de montagem está a produzir cerca do triplo do que produziu no seu primeiro mês de atividade. Obviamente o número de recursos humanos e físicos aumentaram substancialmente, mas pouco a pouco as fragilidades foram aparecendo e tornaram-se em problemas difíceis de resolver. Com o grande volume das linhas, o abastecimento tornou-se um dos maiores problemas, havendo por diversas vezes ruturas no abastecimento às linhas e consequentemente múltiplas paragens nas linhas de montagem. As abastecedoras atualmente percorrem vários locais e perdem demasiado tempo na procura do material necessário, não havendo disciplina e rigor no abastecimento e havendo também muito desperdício de tempos nas suas tarefas diárias.

Outro problema são os componentes de grande volume, pois muitos destes têm de ser abastecidos em palete ou contentor diretamente às linhas, ocupando demasiado espaço e dificultando o trabalho das colaboradoras, que para além de verem o seu espaço de trabalho reduzido a ergonomia no posto de trabalho não é a mais adequada.

Foi criado também um local para os componentes “comuns” que vão para as linhas de montagem quando assim é necessário. Este local é abastecido pelo armazém de componentes e é denominado como o “supermercado” da linha de montagem, encontrando-se perto das linhas de montagem contendo cerca de setenta por cento dos componentes necessários para o seu abastecimento. O problema com este supermercado são os abastecimentos às linhas, estes são planeados através do plano de produção mensal, acontece que existem dias em que o plano falha e o que vai ser montado nas linhas não corresponde ao que estava programado no plano mensal. Como o supermercado não se encontre preparado para estas mudanças, os abastecimentos às linhas correm o risco de se atrasarem, ficando as linhas de montagem paradas devido à falta de material.

1.3. Objetivos do projeto

Os objetivos deste projeto podem se resumir em dois grandes pontos. O primeiro será melhorar as atividades e processos numa linha de montagem de um exaustor, e o segundo será otimizar todo um espaço fabril de uma excessiva ocupação desta atividade.

No caso de uma organização se deparar com o problema de necessidade de espaço fabril para outras atividades, esta poderá encontrar várias soluções para colmatar o problema, cada uma destas com custos e práticas diferentes de serem realizadas. A organização pode optar, se for possível, por aumentar o seu espaço físico, implicando grandes obras e um investimento inicial maior para a sua construção. Outra opção será o aluguer de um espaço físico a outra entidade, havendo neste caso uma despesa mensal e possíveis dificuldades a alteração desse espaço para proveito da organização. Uma terceira solução, e na qual se vai focar este projeto, é a otimização do espaço físico atual existente na organização. O objetivo é a redução de um espaço físico de uma linha de montagem atualmente em funcionamento para aproximadamente metade da atual ocupação no pavilhão. É de realçar que a capacidade da oferta da linha de montagem continuaria

a mesma, apenas a sua ocupação seria reduzida para metade da atual, deixando o novo espaço físico livre para novos investimentos e um maior crescimento da organização

Mais à frente no projeto vamos verificar que não vamos apenas otimizar o espaço desta linha de montagem, como vamos também aumentar a sua produtividade e melhorar significativamente o seu abastecimento diário. Outro objetivo deste projeto é aplicação de conceitos *Lean*, explicar cada um deles e que proveito trazem a organização e por fim extrair a “fotografia” do antes e depois da aplicação deste conceito.

1.4. Estrutura do relatório

Este projeto está delineado em quatro capítulos, cada um deles foi estruturado com o propósito de facilitar ao leitor todo o enquadramento teórico e prático da aplicação do *Value Stream Mapping* numa linha de montagem.

No primeiro capítulo será abordado os objetivos do projeto e porque foi ele delineado, significa explicar quais os problemas existentes na organização e porque precisa ela de uma mudança e uma melhoria no seu processo produtivo.

O próximo capítulo vai se centrar na revisão bibliográfica necessária para o desenvolvimento do projeto. O objetivo deste capítulo é fazer uma introdução teórica para enquadramento prático do projeto, onde as noções teóricas sejam abordadas e as duvidas esclarecidas para assim facilitar todo o processo de leitura e aprendizagem do capítulo fundamental deste projeto, o caso de estudo.

No terceiro capítulo, é onde se encontra a essência deste projeto, o caso de estudo. Numa primeira fase, será realizada uma apresentação da organização, da sua história e por fim descrevendo os seus principais produtos comercializados. A seguir será descrito o caso do estudo e a aplicação prática dos conceitos *Lean* e da metodologia do *Value Stream Mapping*, apresentando todas as fases para a sua construção.

Por último surge o quarto capítulo. As principais conclusões do projeto serão descritas e apresentadas de forma percutíveis, analisando assim todos os resultados obtidos com o projeto. Possíveis aplicações futuras do VSM em outros modelos serão também discutidas neste capítulo.

2. Revisão bibliográfica

2.1. Conceito *Lean*

É no Japão em 1940 através da *Toyota* que o conceito *Lean* é pela primeira vez aplicado. O sistema *Toyota Production System* (TPS) foi desenvolvido em torno do desejo de produzir num fluxo contínuo no qual não tivesse longos ciclos de produção com o objetivo de atingir uma melhor eficiência. Este sistema surgiu com base na identificação em que apenas uma pequena fração do tempo total na transformação do produto acrescentaria valor a esse mesmo produto para o cliente final, sendo o restante tempo na sua grande maioria desperdício. O TPS era claramente o oposto do que o mundo ocidental estava a fazer até a data. A produção baseada no planeamento de recursos materiais (MRP) e o desenvolvimento de complexos sistemas informatizados juntamente com as filosofias de produção em massa, originalmente desenvolvidas por *Henry Ford*, ou seja, a produção de um grande volume de produtos padronizados com mudanças mínimas.

É por volta da mesma década que *Taiichi Ohno* começa a trabalhar no TPS e continuou o seu desenvolvimento até os anos oitenta. Com os grandes avanços tecnológicos na altura, os sistemas informatizados vieram permitir reforçar a produção em massa através dos sistemas MRP. É em 1970 que a *Toyota* implementa as metodologias da filosofia *Lean* nos seus abastecimentos e na década seguinte estabelece estas mesmas metodologias na sua rede de distribuição.

Esta filosofia tem como grande base o objetivo da eliminação de desperdício de produção em todos os seus processos. Estes desperdícios podem ser encontrados por diversas formas. Alguns exemplos desses desperdícios são: o elevado *stock* de matérias-primas, tempos não produtivos de equipamentos, controlo do inventário, grandes manuseamentos de materiais, fraco controlo de qualidade, entre outros. A filosofia *Lean* rotula todos estes desperdícios como nocivos para a organização, assim como indesejáveis e não suportáveis para os clientes, pelo que se torna de extrema importância a eliminação dos mesmos (*Ohno, 1997*).

2.2. *Lean thinking*

A designação *Lean thinking* nasceu através de um livro de extremo sucesso chamado “*The Machine That Changed the World: The story of Lean Production*”, no qual foi escrito por Womack, James P., Daniel T. Jones, e Daniel Roos. Uma frase bem explicativa deste conceito, designada por estes mesmos autores seria a seguinte: “*Lean Production is ‘lean’ because it uses less of everything compared with mass Production: half human effort in the factory, half the manufacturing space, half the investments in tools, half the engineering hours to develop a new product in half the time*”. O pensamento é simples, se comparado com a produção em massa no qual se baseava *Henry Ford*, se fosse utilizado apenas metade do tempo e recursos em todo o processo produtivo, iria-se obter o dobro dos ganhos. A verdade é que a realidade não seria exatamente esta, por exemplo, com a produção em massa as economias de escala são maiores e com elas os seus ganhos associados. Mas mesmo estas economias de escala trazem custos enormes, estas têm a necessidade de equipamentos centralizados para a produção de um único modelo de um determinado produto, grandes centros e canais de distribuição. A produção *lean*, pelo contrário, combina a produção de produtos diversificados e a produção em massa, evitando os altos custos da primeira e a rigidez da segunda.

2.3. **Princípios da filosofia *Lean***

Womack e Jones (1996) referem que, após uma análise pormenorizada do ambiente de negócios onde viram ser executadas as melhores e bem sucedidas técnicas *Lean*. Cinco princípios fundamentais emergem:

- Valor;
- Cadeia de valor;
- Fluxo;
- Pull;
- Perfeição;

Valor - Aplicando os princípios do pensamento *Lean*, várias diferenças importantes tornam-se imediatamente visíveis. Primeiro a organização precisa de se concentrar nas necessidades do

cliente e a produção tem de se focar no seu produto. Isto vai permitir um diálogo de longo prazo para ser iniciado sobre a natureza do valor e como o produto deve ser entregue. Mais explicitamente, o facto é que, é o cliente que exige um produto ou serviço para servir o seu propósito e fornecer um valor para o seu dinheiro. O cliente não estará propriamente preocupado com a forma como esse produto é desenvolvida e quantas pessoas estão envolvidas na produção. Identificar o valor acrescentado para o produto torna-se essencial nesta fase.

Cadeia de valor – A cadeia de valor é um conjunto de todas as atividades na organização envolvidas com o propósito de satisfazer as necessidades dos clientes, sendo estas um produto ou serviço. Isto representa um processo de um extremo ao outro, de onde se retira o valor para o cliente. Depois de entender a intenção do cliente, o próximo passo é identificar como é que a organização vai realizar a entrega desse mesmo produto ou serviço para o cliente.

Fluxo contínuo – A melhor forma de obter um fluxo contínuo é eliminando todo o desperdício entre as atividades, desta forma vai ser obtido um processo contínuo das atividades que criam valor, permitindo eliminar os tempos de espera e os *stocks* entre as etapas do processo. Um dos grandes problemas que as organizações enfrentam são as construções de grandes lotes, este método dificulta imenso o fluxo contínuo dos componentes.

Produção Pull – Na produção pull a produção é liderada pelo cliente, ou seja, a organização apenas produz quando recebe a encomendas, em seguida, deve criar os melhores métodos para responder em pronto a esse mesmo pedido. A técnica *Just In Time* (JIT) em todo o processo produtivo é a ideal para a produção pull.

Procura da perfeição - Este é um conceito chave para a filosofia *Lean*. Por atingir a perfeição significa considerar sempre o que está e como está a ser feito o seu trabalho e aproveitar a experiência e conhecimento de todos os envolvidos nos processos para melhorar e mudar.

A organização deve garantir que toda a estratégia global vai rever constantemente os seus processos para garantir que eles estejam contínua e consistentemente a acrescentar valor ao seu cliente. Isto permite que a organização mantenha o seu alto nível de serviço, ao mesmo tempo que é capaz de crescer e adaptar-se num ambiente em constante mudança.

2.4. TOYOTA PRODUCTION SYSTEM

O conceito *Lean* foi definido pela primeira vez por James Wolmack e Jones Daniel (1990) no seu estudo de referência que descreve o *Toyota Production System* (TPS) como o modelo para o *Lean*. Desde então, *Lean* foi estendido para *Lean* organizacional onde se aplica *Lean* para todas as áreas de funcionamento organizacional, da contabilidade para a fabricação e expedição, e do chão fabril para a sala de reuniões.

Womack et al. (1990, 1996) refere que o TPS tem como base o *Lean Production* (LP) e menciona muitas das ferramentas e técnicas utilizadas. O TPS é muitas vezes representado como uma “casa” com alicerces fortes e pilares sólidos onde contenham pessoas altamente motivadas com o objetivo da melhoria contínua em todo o sistema. O telhado da casa TPS representa os benefícios esperados com o sistema completo.

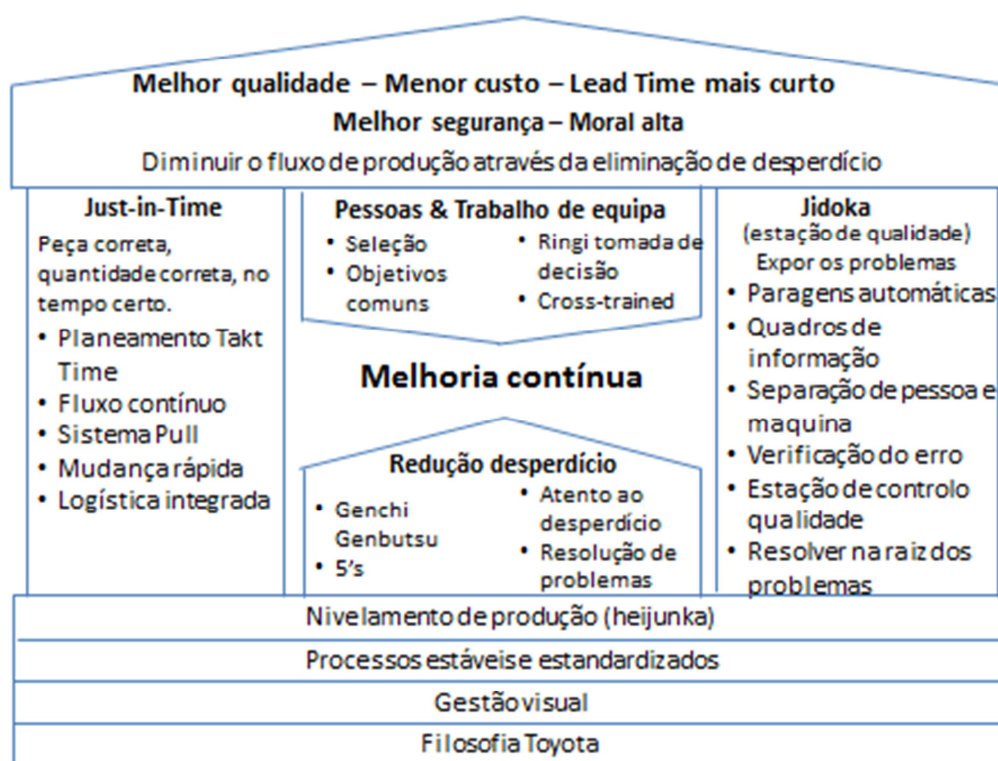


Figura 1 – A casa Toyota de Liker (2004 p.33 fig. 3-3)

A figura 1 é uma representação detalhada da “casa da Toyota”, para uma melhor percepção, a figura 2 representa esta mesma “casa” de uma forma mais resumida, apresentando apenas os conceitos mais importantes do TPS.

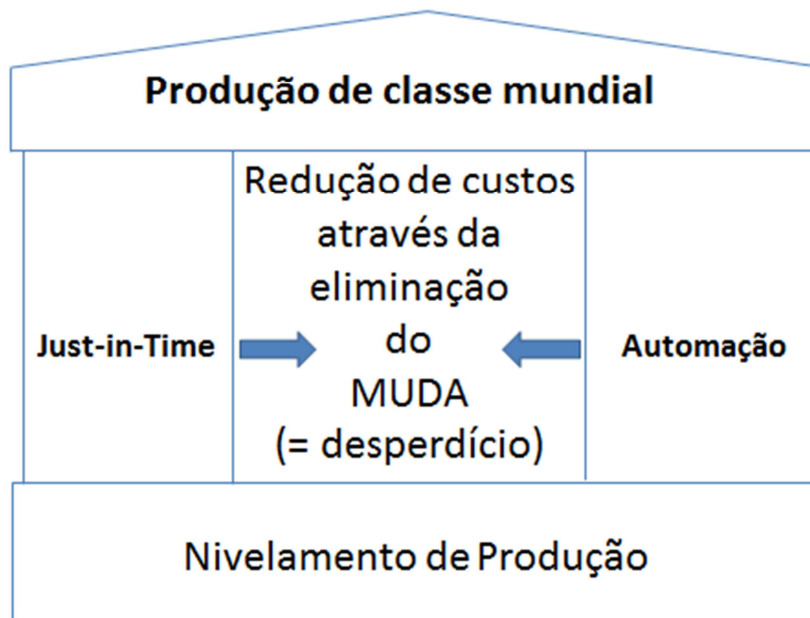


Figura 2 – A casa Toyota de Glenday (2005 p.23)

Ohno (1988) descreve a importância dos dois pilares, *Just in Time* e a automação. O primeiro cria um fluxo dos materiais certos, na hora certa, na quantidade certa, fazendo com que o inventário seja praticamente zero, enquanto a automação com "um toque humano" (*Jidoka*) evita problemas e cria medidas preventivas para garantir que o JIT seja executado. As ferramentas e técnicas de *Lean* fazem com que a casa metafórica seja sólida e forte.

Outro facto relevante, no qual se refere Womack (1990), era a falta ou mesmo a inexistente comunicação entre todos os setores de uma organização, existindo também uma grande distância de poder entre as hierarquias. As condições de trabalho ao nível operacional eram em grande maioria relegados para segundo plano. Com a introdução destas novas técnicas e ferramentas *Lean*, todas estes problemas foram colocados em causa, e pouco a pouco todos eles começaram a desaparecer, existindo assim um benefício para organização e colaboradores. (Womack et al., 1990).

2.5. Identificar e eliminar o desperdício

2.5.1. Eliminação do desperdício

Qualquer atividade ou processo na qual não acrescenta valor final ao produto é uma atividade irrelevante para o cliente e no qual este não está disposto a pagar. Para a organização este facto é chamado “*muda*”, desperdício. O desperdício pode assumir várias formas e ter diferentes características, esta designação nasceu através da *Toyota Production System* (TPS) e foram identificadas sete formas diferentes de desperdícios (ponto 2.5.2) que são facilmente encontradas em qualquer tipo de negócio. (Womack, J. e Jones, 1996)

O propósito deste conjunto de ferramentas para a identificação dos desperdícios é ajudar a organização a encontrar esse desperdício em toda a cadeia de valor do produto e procurar a melhor forma para o remover ou de o reduzir ao mínimo possível. Para o chefe engenheiro da Toyota Taiichi Ohno e o seu Sensei (“professor”) Shigeo Shingo esta vantagem competitiva dentro das organizações foi orientada mais para a produtividade do que para a qualidade. O motivo para este facto é que com a melhoria dos processos produtivos todas as operações relacionadas com os processos vão ficar mais visíveis e perceptíveis, expondo assim todos os desperdícios inerentes a estes e os problemas de qualidade existentes com o produto.

De acordo com *Monden (1993)*, no contexto industrial existem três tipos de operações fabris que podem ser categorizadas da seguinte forma:

- 1- Atividades que não acrescentam valor;
- 2- Atividades que não acrescentam valor mas são necessárias;
- 3- Atividades que acrescentam valor.

As atividades que não acrescentam valor são puro desperdício e envolve ações desnecessárias que devem ser completamente eliminadas. Alguns exemplos são os tempos de espera, o *stock* intermédio e a manuseamento excessivo no mesmo produto.

No segundo ponto, apesar de atividades que não acrescentam valor, estas são necessárias para os procedimentos operacionais atuais. Alguns dos exemplos são: todas as deslocações dos colaboradores, quando estes não deveriam sair dos seus postos de trabalho; o manuseamento de ferramentas de trabalho, quando efetuadas com as duas mãos; o desempacotar e separar o

material dos fornecedores. A fim de eliminar estes tipos de operações, são necessárias grandes mudanças nos sistemas operacionais, tais como a mudança ou mesmo a criação de um novo *layout* ou renegociar com os fornecedores novos contratos de entrega de material. Tais mudanças podem não ser possíveis no imediato.

As atividades que acrescentam valor são as atividades que transformam matéria-prima em produto acabado ou semiacabado através do trabalho manual. Exemplos destas atividades são as operações de montagem, transformações de peças e a pintura ou acabamento. (Monden, 1993)

2.5.2. Os sete desperdícios

O TPS é um método minucioso com o objetivo de eliminar os desperdícios causados por todas as atividades e processos na produção de um produto ou serviço. Na produção, "desperdício " refere-se a todos os elementos da produção que só aumentam os custos sem acrescentar valor ao produto final, por exemplo, demasiadas pessoas na produção desse produto, grandes *stocks* e equipamento obsoletos ou inutilizáveis.

Taiichi Ohno (1997) identificou sete desperdícios:

O desperdício de superprodução – A organização está a produzir mais do que é necessário. Produzir mais do que o necessário significa produzir muito, ou produzir muito cedo ou ambos. Isso vai resultar numa deficiente circulação de material, sendo este empurrado para fora ao contrário de ser puxado para dentro.

O desperdício de movimento desnecessário - Movimentos desnecessários refere a importância da ergonomia para a qualidade e para a produtividade. Se os colaboradores se tem de esticar, dobrar, mover-se para ver melhor, ou de qualquer maneira movimentar-se indevidamente, a vítima é imediatamente o operador, mas em última análise, o maior prejudicado é a qualidade e a produtividade.

O desperdício de inventário desnecessário - As peças, matérias-primas, *work-in-process*, abastecimentos e produto acabado, são todos os géneros de inventário. Inventário é considerado *muda*, uma vez que não acrescenta valor ao produto.

Processamento inadequado – O desperdício de processamento inadequado consiste no acréscimo de etapas ou atividades no processo de fabricação. Ao realizar o trabalho usando

ferramentas inadequadas, métodos, procedimentos ou processos generalizados, resulta num desperdício de tempo ou de uma produção de defeitos. Isto é muitas vezes uma função de crescente complexidade, requerendo uma simplificação de processos ou uma redução na diversidade de ferramentas.

Transporte excessivo - Todas as formas de transporte são desperdícios. Isso inclui o uso de empilhadores, passarelas, porta-paletes e camiões. Movimento excessivo de informações, materiais, mercadorias, produtos ou pessoas, resulta no desperdício de tempo e esforço, e aumenta os custos.

Espera – O desperdício de esperar ocorre quando um operador está pronto para a próxima operação, mas deve permanecer inativo. Períodos de inatividade de informação, bens ou pessoas, resultam em má circulação do produto e longos tempos.

O desperdício de defeitos - O último, mas não menos importante, dos desperdícios de Ohno é o desperdício de defeitos. Qualquer erro ou variação de um padrão na produção de um produto, na entrega de serviço ou no processamento de documentos ou informação é um defeito. Os custos associados com defeitos incluem os custos de deteção ou de teste, custos de reproprocessamento ou de destruição, se estes forem impossíveis de reproprocessamento, bem como custos de garantia e os custos associados com os clientes insatisfeitos.

2.5.3. Outras técnicas de eliminação de desperdício

2.5.3.1. Metodologia 5'S

A metodologia 5'S foi desenvolvido originalmente pela *Toyota* para eliminar desperdícios encobertos da fábrica, este tem como objetivo descrever um conjunto de ações para manter um ambiente de trabalho organizado (*Monden*, 1998). Esta metodologia é um sistema estrutural para organizar qualquer tipo de negócio ou operação. Os 5'S representam cinco fases: a primeira é de organização, em seguida arrumação, limpeza, normalização e por fim autodisciplina (*Hirano*, 1995). A sigla 5'S deriva das iniciais de cinco palavras japonesas correspondentes às cinco fases desta ferramenta (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke*). Em seguida será feita uma descrição detalhada das cinco fases.

- A primeira fase, organização, significa simplesmente separar o que é preciso e necessário no local de trabalho e do seu posto. A triagem reduz os problemas e contratempos no fluxo de trabalho, melhora a comunicação entre os colaboradores, aumenta a qualidade do produto e aumenta a produtividade (*Hirano, 1995*). Qualquer objeto que não seja usado ou necessário no local de trabalho, fica no caminho do que realmente é necessário ser feito nesse local.
- A segunda fase, arrumação, é um princípio de armazenamento em que tudo na área de trabalho tem um lugar e é sempre lá guardado quando este não está em uso. Isto faz com que as ferramentas sejam facilmente encontradas e qualquer pessoa seja capaz de as encontrar e em seguida as arrumar (*Hirano, 1995*). Utilizando ou criando ferramentas com múltiplas funções pode eliminar uma variedade de ferramentas. Ao colocar devidamente as coisas em ordem poder-se-á eliminar uma grande variedade de desperdícios no local de trabalho, incluindo: o movimento, a procura, cansaço do colaborador, o excesso de *stock*, condições inseguras de trabalho, e utilização das ferramentas erradas (*Hirano, 1996*).
- A terceira fase é limpeza, o seu objetivo é manter o local de trabalho limpo, eliminando todas as formas de sujidade. Isso cria um sentimento de orgulho nos funcionários, melhora o ambiente de trabalho, proporciona um local de trabalho seguro e ajuda a manter valor do equipamento (*Hirano, 1995*). A limpeza poderá também ser utilizada como uma forma de inspeção, se por exemplo no processo de limpeza de uma peça do equipamento, este poderá detetar um problema no qual não teria sido visto na sua passagem. Para que a terceira fase possa ser eficaz e os 5'S mantido, a limpeza deve se tornar uma parte normal da rotina diária.
- A quarta fase, a normalização, é a implementação das condições de trabalho com o propósito de manter a fase dois, “arrumação” e a fase três “limpeza”. A normalização cria uma forma consistente em que as tarefas e os procedimentos são realizados para que toda a gente possa entender o seu trabalho (*Hirano, 1995*).

- A última fase e quinta é a autodisciplina, a ideia é tornar corretamente o hábito de seguir os procedimentos certos e continuamente repetir todos as fases do processo de 5'S. Ao segurar todos as fases 5'S, muitos problemas no posto de trabalho podem ser evitados.

2.5.3.2. **Kanban**

O *Kanban* é a palavra japonesa para cartão ou comunicação. O *Kanban* aplicado ao *Lean manufacturing* é uma técnica de *stock* onde usa caixas, cartões e sinais eletrônicos para fazer os sistemas de produção responderem às necessidades reais e não a previsões e projeções. Um *Kanban* é um componente importante da produção *Just In Time*. São três os tipos de *Kanban*: *withdrawal Kanban*, *production ordering Kanban* e *supplier Kanban*. Um *withdrawal Kanban*, especifica o tipo e a quantidade de um produto no qual o processo subsequente se deve retirar do processo anterior. Uma *production ordering Kanban*, ou muitas vezes designado *Kanban* de produção, especifica o tipo e a quantidade de um produto em que o processo anterior deve produzir. Um *supplier Kanban* é usado para fazer os levantamentos a partir dos fornecedores. O *supplier Kanban* inclui instruções, que solicitam a entrega do fornecedor do seu produto (Monden, 1993). A figura 3 fornece uma representação visual do sistema *pull Kanban* (Vatalaro & Taylor, 2003).

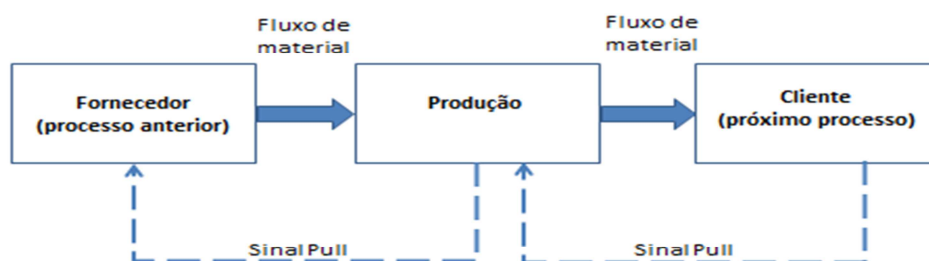


Figura 3 – Sistema *pull Kanban* (Vatalaro & Taylor, 2003).

2.5.3.3. ***Just in time***

Just in Time de produção, significa produzir o item certo, na hora certa e na quantidade certa., qualquer outro processo é desperdício. JIT é um princípio de gestão de stocks, aplicado com grande sucesso em numerosas organizações japonesas, que se caracteriza pela manutenção de matérias-primas e componentes em stock apenas na quantidade suficiente para manter o processo produtivo atual. Este tipo de gestão de stocks pode traduzir-se em fortes reduções dos montantes de investimento em stocks, libertando liquidez para outros fins e na redução dos custos de armazenamento, espaço e pessoal. (Monden, 1993).

2.5.3.4. ***Total Productive Maintenance***

Total Productive Maintenance (TPM) é uma ferramenta Lean, que funciona especialmente bem com o sistema 5'S organizacional. Como discutido anteriormente, uma das fases da metodologia 5'S é a "limpeza" no qual é utilizado como uma forma de inspeção. O objetivo deste, é eventualmente, treinar os operadores para cuidar do equipamento no seu posto de trabalho (Nakajimi, 1988). O TPM atribui o trabalho de manutenção básica, como: inspeção, limpeza, lubrificação, aperto, ao colaborador. Isso liberta os técnicos ou a equipa de manutenção para a manutenção produtiva, que inclui maior valor agregado às atividades, como as da melhoria de equipamentos e revisões gerais, formação, etc. (Nakajimi, 1988).

2.5.3.5. ***SMED***

Single Minute Exchange of Dies (SMED), em português designado, troca rápida de ferramentas, é uma série de técnicas desenvolvidas por *Shigeo Shingo* para redução do tempo de passagem de produção para menos de dez minutos. "*One-touch setup*" aplica-se a mudanças de ferramenta com menos de um minuto e "*zero set-up*" são mudanças que acontecem instantaneamente. *Shingo* elaborou esta metodologia no livro da sua autoria intitulado "A Revolução na Indústria: o Sistema SMED (*Shingo*, 1985 b).

2.5.3.6. ***Supermercado***

O supermercado é um ponto de *stock* do *Kanban*. Este é como um supermercado real, um pequeno inventário que está disponível para um ou mais clientes a jusante dentro de um processo que vai ao supermercado escolher o que eles precisam. O centro de trabalho a montante, de seguida, repõe o *stock* conforme necessário. Os supermercados são utilizados quando uma única peça ou um fluxo contínuo é impraticável, assim sendo o processo a montante deve operar por lotes. O supermercado reduz a superprodução e limita o *stock* total. (Vatalaro & Taylor, 2003).

2.6. ***Value Stream Mapping***

O *Value Stream* são todas as ações (ações de valor acrescentado e valor não acrescentado) necessárias para encontrar os fluxos principais, indispensáveis para cada produto. Primeiro existe o fluxo de produção da matéria-prima que vai para o cliente final, em segundo o fluxo de projeto que vai desde a conceção até o seu lançamento (Rother e Shook, 1998). Monden (2003) introduziu três categorias, classificando as operações como: valor não acrescentando (*non-value adding*), necessário mas sem valor acrescentando (*necessary but non-value adding*) e de valor acrescentado (*value adding*). Os *Value Stream Mapping* (VSM) são desenhados com um lápis e papel, onde são originalmente chamados de "materiais e mapas de fluxo de informação", são representados através diagramas de uma página, que descrevem o processo usado para fazer um produto (Womack e Jones, 2003). Não só os fluxos de materiais são mapeados, mas como também os fluxos de informação que controlam esses fluxos de materiais (Rother e Shook, 1998).

Lovelle (2001) e Seth e Gupta (2005) definem o VSM como uma ferramenta para compreender o fluxo de material e o fluxo de informação que liga as metodologias *Lean*. Dentro do fluxo de valor fazem parte as atividades de valor acrescentado e atividades de valor não acrescentado. Além disso, o VSM procura aumentar o fluxo a partir da informação e do fluxo de material. O objetivo do mapa é ajudar a identificar e eliminar o desperdício em todas as etapas de um processo. É uma abordagem sistemática que habilita as pessoas a planear como e quando vão implementar as melhorias que tornaram mais acessível atender às necessidades dos clientes.

Womack e Jones (2003) sugerem no seu plano de ação *Lean* que, em primeiro lugar se deve estabelecer um agente de mudança correspondente, de seguida aceitar uma compreensão teórica inicial dos princípios *Lean* e encontrar um motivo para qual deva existir esta mudança, por último esta deve iniciar diretamente com a identificação dos atuais fluxos de valor e o mapeamento por família de produtos. Rivera e Chen (2007) apresentam o VSM como ferramenta inicial (ver Figura 4) para começar uma implementação do *Lean* que está em conformidade com o procedimento de implementação do *Lean* apresentado por Womack e Jones (2003).

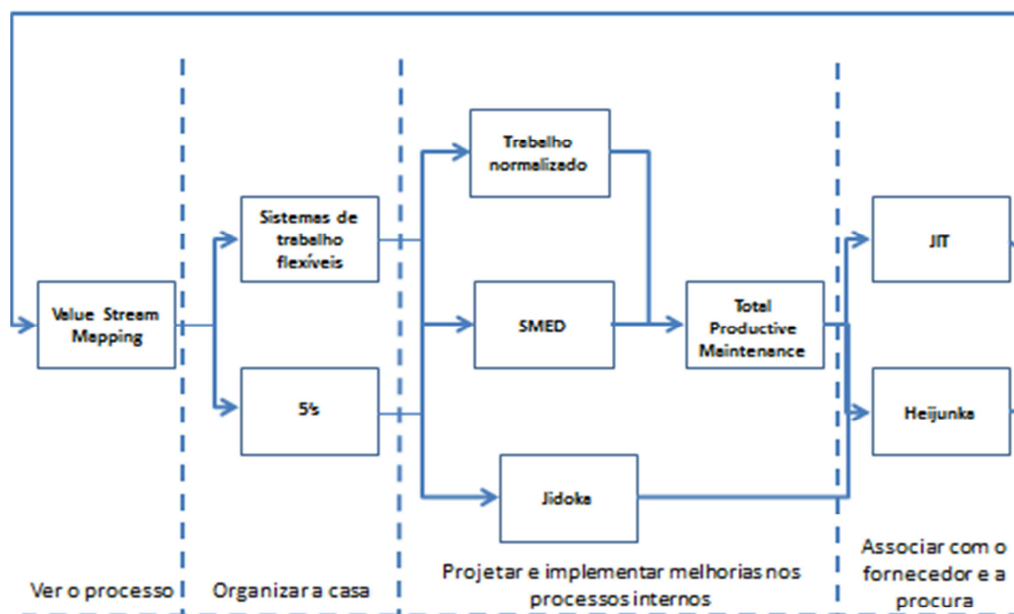


Figura 4 – Processo típico para a implementação *Lean* (Rivera e Frank Chen, 2007)

O objetivo do VSM é mudar a produção por lotes e de sistemas push, para sistemas pull e fluxo contínuo (Lovelley, 2001; Rother, 2004; Womack, 2006). Além disso, Tapping (2002) chama a atenção para a importância de identificar o processo de produção, a comunicação entre departamentos, os processos que limitam a capacidade do sistema e todos os tipos de desperdícios. O VSM é dividido em quatro fases (Corner, 2001; Womack e Jones, 2003):

- Identificar a família do produto;

- Desenhar o estado atual;
- Desenvolver o estado futuro;
- Fazer um plano de trabalho.

2.6.1. Família do produto

A primeira fase do estado atual é identificar a família de produtos (*Womack, 2006*). A organização poderá fazer uma centena de produtos de diferentes dimensões e qualidades, mas alguns deles pertencem à mesma família de produtos, porque seguem os mesmos processos produtivos e detêm materiais comuns entre eles (*Lovelle, 2001*). No entanto, se não houver uma boa seleção da família de produtos, esta pode levar a uma utilização desacertada do conceito da ferramenta VSM (*Womack, 2006*).

2.6.2. Mapeamento do estado atual

Com a família de produtos determinada, a próxima etapa da VSM é desenvolver um mapa que inclui uma série de símbolos que ajudam a reconhecer os postos de trabalho, os tempos de ciclo, inventários e número de trabalhadores (*Seth and Gupta, 2005*). Estes símbolos representam todo o panorama do VSM (ver figura 5). Existem três conjuntos de símbolos: o do fluxo de materiais, fluxo de informações e os símbolos gerais.

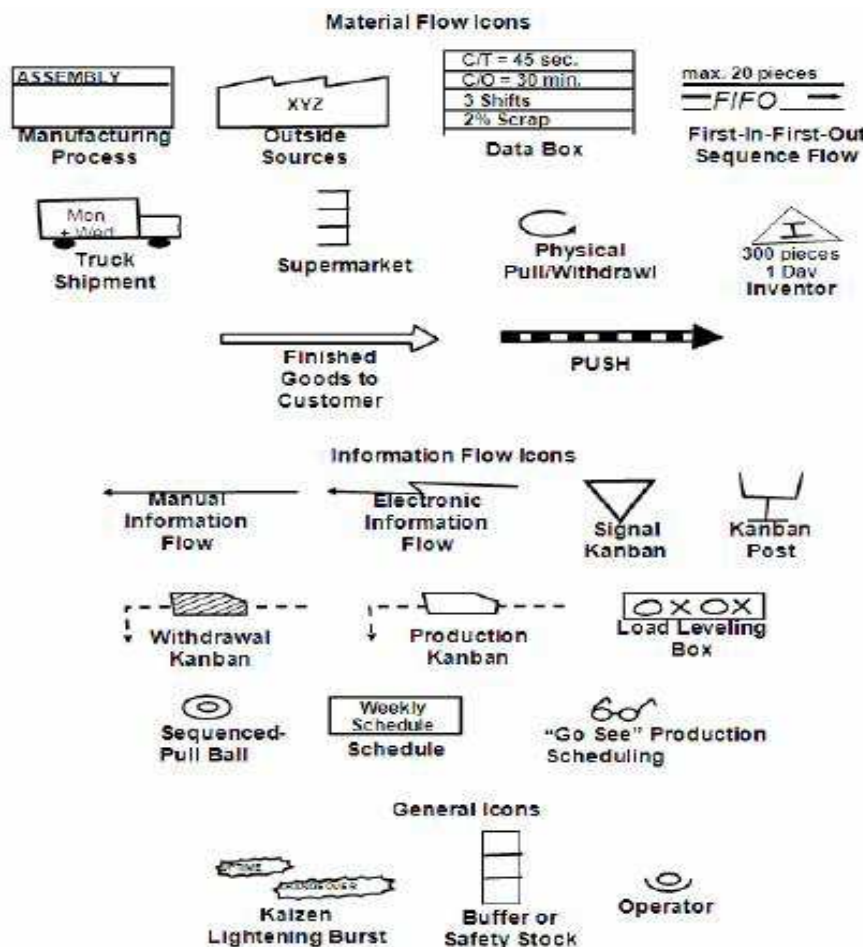


Figura 5 – Value Stream Mapping Icons (Rother e Shook, 2002)

Os símbolos de fluxo de material são representados por: máquinas, fornecedores, clientes, *stocks* e expedição de camiões. Os dados recolhidos são mantidos dentro de uma caixa de processo. As linhas são usadas para ligar os fluxos de informações que incluem, fluxos manuais, eletrônicos, *Kanbans* e o nivelamento de produção. Estes geralmente têm caixas de descrição para explicar o fluxo de informação. *Womack* (2006) menciona que existem dois tipos de fluxo de informação que têm de ser identificados, o primeiro, que constitui o produto e o segundo que regula o fluxo do produto.

O objetivo do mapa, de acordo com *Womack* (2006) é o de identificar o valor (valor criado do ponto de vista do cliente), a capacidade (se a qualidade no produto é alcançada), a disponibilidade (as percentagens que os equipamentos estão disponíveis para trabalhar), o tempo de resposta (a capacidade de responder aos pedidos dos clientes) e a flexibilidade (facilidade de alterar o processo). Antes de mapear, *Seth e Gupta* (2005) incentivam a criação de uma equipa de trabalho para entender os princípios do *Lean Manufacturing*.

De seguida, a próxima fase é determinar o estado atual, através do ponto de vista do cliente e da organização (Womack, 2006). Por exemplo, o cliente gostaria de obter o produto mais barato ou o objetivo da organização é aumentar as utilidades a esse mesmo produto.

Lovelle (2001) menciona dois tipos de mapeamento, o interno e o externo. O mapa externo a informação pode ser recolhida no escritório, por outro lado, o mapa interno é determinado no chão fabril. O mapeamento externo tem como objetivo obter as necessidades dos clientes, no desenvolvimento do VSM, a obtenção desta informação começa quando o ícone do cliente é desenhado no canto superior direito do papel e as suas necessidades são dispostas numa caixa de texto. Posteriormente, o símbolo do fornecedor é desenhado no canto superior esquerdo do papel, e os seus detalhes são obtidos no departamento de compras. Lovelle (2001) refere que nem todos os fornecedores podem ser referidos, no entanto, o fornecedor mais importante tem de ser ilustrado. Os restantes fluxos de informação são adquiridos a partir do departamento de vendas, de engenharia, e de produção.

Em relação ao mapeamento interno, o objetivo é identificar todo o processo produtivo. Lovelle (2001) sugere que se deve iniciar a inspeção na expedição e recuar todo o processo para compreender o fluxo. Então, é necessário realizar outra volta pelo chão fabril, mas desta vez, é necessário identificar as métricas *Lean* do processo, tais como inventários, dias de *stock*, defeitos, *Work In Process*, tempos de ciclo, o valor acrescentado e não acrescentado do produto, a disponibilidade, o *lead time*, o tempo de atividade, e assim por diante (Tapping, 2002). Esta informação é adicionada numa caixa de processo do VSM.

Com o mapa quase terminado, o fornecedor e o cliente devem coordenar a mesma frequência de embarques. Assim como o anterior, o sistema de produção está ligado com o fluxo de informação por setas de comunicação. De seguida é necessário identificar se a estratégia é push, pull, ou FIFO (*First In First Out*) na produção ou se há uma combinação de ambos (Seth e Gupta, 2005). A quantidade de desperdícios identificados no mapa poderá ser surpreendente. Por exemplo, se existirem demasiados triângulos de inventário desenhados no mapa, significa que exista superprodução ou muitos *stocks*. O tempo de espera pode ser notado no desequilíbrio entre uma operação e outra. A superprodução é notada quando os caminhos mais longos são usados para fazer um produto (Lovelle, 2001).

A última fase do mapeamento é a linha na parte inferior das operações no âmbito de cada caixa de inventário e processos. Tapping (2002) sugere que calcular o *total work in process*, o

stock total em dias, o tempo de ciclo total, o prazo de entrega total e o tempo de atividade. O reconhecimento desta métrica *Lean* pode ajudar a encontrar a avaliação possível *Lean* e implementá-la no estado futuro.

2.6.3. Mapeamento do estado futuro

Esta fase é a parte fundamental para melhorar as operações e para atingir o sistema *Lean*. Brunt (2000) apresenta o mapa futuro como a ferramenta para visualizar como deverá ser fluxo de valor. Para desenvolver o mapa do estado futuro, Womack e Jones (2003) referem que as seguintes perguntas precisam de ser respondidas.

- Qual é o tempo de ciclo para a família de produtos escolhida?
- Será fluxo contínuo até a expedição ou será concluído nos supermercados?
- Podem ser satisfeitas as necessidades dos clientes?
- Onde pode ser usado o fluxo contínuo?
- Onde é que o produto necessitará de um sistema pull de supermercado?
- Qual o único ponto da cadeia de produção (the pacemaker process) que deverá ser agendado?

A primeira fase é calcular o tempo de ciclo, este tempo é o tempo disponível para a produção dividido pela procura do mercado. Para fazer a ordem de operação, os pedidos dos clientes devem ser discriminados de forma a aumentar a flexibilidade do trabalho, identificando o componente que limita a capacidade de todo o sistema com base no tempo padrão. (Rother, 2004).

Existem também algumas ferramentas do *Lean Manufacturing* que estão identificadas para ajudar a implementar o sistema *Lean*. Lovelle (2001) indica que o controlo visual e TPM são os pontos-chave para reduzir o desperdício e melhorar o fluxo contínuo. Por outro lado, o retrabalho e os inventários raramente acrescentam valor para o cliente (Womack, 2006). O segundo passo é identificar as ações possíveis para melhorar o fluxo contínuo, tais como novos equipamentos, transferência de máquinas e normalização de processos.

2.7. Conclusão

A revisão bibliográfica é parte fundamental para o desenvolvimento do projeto, sem noções teóricas o caso de estudo poderá ser extremamente difícil de entender. Após o esclarecimento dos objetivos e dos principais problemas do projeto, foi realizada uma revisão bibliográfica com conceitos fundamentais. É a partir da metodologia *Lean* que todos os outros conceitos surgem. Esta é a primeira fase, os conceitos *Lean* são abordados, explicados e definidos existindo para cada, um propósito na indústria. Todo este projeto vai estar relacionado com estes conceitos, havendo uma relação direta com o objetivo de aumentar a produtividade de uma linha de montagem e otimização do seu espaço no chão fabril da organização.

A segunda fase é a explicação do *Value Stream Mapping*. É a partir do VSM que o caso de estudo vai ser estruturado e todos os conceitos falados na primeira fase da revisão bibliográfica se vão encaixar. O VSM vai ser a ligação entre todos eles e vai permitir uma extração da realidade atual da organização e de uma possibilidade futura da mesma. Esta ferramenta vai abordar toda a cadeia de valor da linha de montagem, realçando os desperdícios nela inerente e destacando as possíveis oportunidades de melhorias para uma alternativa futura.

3. Caso de estudo

3.1. Apresentação da Teka Portugal, S.A.

A Teka é um grupo industrial fundado há 90 anos. As áreas de negócio vão desde equipamentos domésticos e profissionais para cozinhas e banho, contentores em aço inoxidável para armazenamento de bebidas. A diversificação é sustentada pelo constante investimento, pela pesquisa e desenvolvimento.

A Teka é um dos maiores produtores mundiais de lava-louças e a tecnologia utilizada é a mais avançada permitindo que a marca disponibilize uma gama totalmente completa. A divisão de cozinha tem 14 fábricas na Europa, 2 nos Estados Unidos e 3 na Ásia, cobrindo assim uma boa parte do mundo. As subsidiárias do Grupo Teka estão localizadas em 37 países diferentes, o que permite que lava-louças em inox, torneiras casa de banho e acessórios e eletrodomésticos são vendidos em 125 países, nos 5 continentes.

A TEKA Portugal é uma das principais subsidiárias do Grupo Teka, grupo multinacional de origem alemã, fundado em 1924. Com um capital social de 10 milhões de euros, mais de 300 colaboradores, e uma faturação em 2008 de 68 milhões de euros, a Teka Portugal é uma das maiores empresas da região centro, ocupando uma área fabril e comercial de 20.500 metros quadrados no Concelho de Ílhavo. Fundada em 1978, a empresa Teka Portuguesa - Equipamentos Cozinha Lda. assumiu em 2004 a forma de sociedade anónima, nascendo assim, no âmbito da estratégia de internacionalização da empresa, a Teka Portugal, S.A. A performance da gestão adotada pela Teka Portugal tem-se caracterizado por um crescimento contínuo e sustentado. Atualmente, a Teka responde principalmente ao Mercado Único Europeu, com maior otimização dos meios tecnológicos e apostando na qualificação dos seus colaboradores, de forma a assegurar uma necessária competitividade perante o mercado que se revela bastante agressivo.

A Teka Portugal SA desenvolve atividades em 4 segmentos de negócio:

- Teka Küchentechnik – Produção e comercialização de eletrodomésticos, lava-louças e outros equipamentos de cozinha. Líder do mercado de encastre e lava-louças.

- Teka Electronics Comercialização e distribuição de Eletrónica e Telecomunicações. Teka Electronics comercializa uma vasta gama de produtos destinados à receção e distribuição de sinais de Televisão quer se trate de modulação analógica ou digital.
- Teka Sanitärtechnik Inclui a área de banho Teka, responsável pela comercialização de misturadoras de banho, chuveiros e sistemas de duche.
- Teka Portugal fabrica atualmente micro-ondas, fornos de vapor, placas de encastrar e exaustores bem como tampas de vidro para placas. A Teka Portugal comercializa uma vasta gama de produtos onde se incluem os produtos de fabrico próprio (produto acabado) e os produtos importados de outras fábricas do Grupo Teka, marca Teka, Thor e Küppersbusch, como: frigoríficos, máquinas de lavar louça, máquinas de lavar e secar roupa, fornos, lava-louças, placas, exaustores, misturadoras e trituradores, bem como o equipamento de banho. Comercializa também produtos de telecomunicações, marca Teka (como os recetores digitais TV satélite).

3.2. **Exposição do caso de estudo**

O caso de estudo vai se focar fundamentalmente nas linhas de montagem dos exaustores e em todas as atividades inerentes a estas linhas. Voltando um pouco atrás no tempo, a montagem de exaustores era um produto comercializado inicialmente pelo Teka Alcalá, sendo esta situada no país vizinho Espanha. Devido à crise, ocorrida ela também em Espanha, e a uma má gestão deste produto, este começou a não ser viável na fábrica de Alcalá e os problemas começaram a surgir. A alternativa encontrada pelo Grupo Teka, foi a deslocação da montagem deste produto para a Teka Portugal. Esta decisão deve-se, entre muitos outros fatores, a capacidade da Teka Portugal da produção de peças em chapa e inox, componentes com grande percentagem de consumo para a montagem de um exaustor. Outro fator é a existência de uma secção própria de pintura e desengorduramento com capacidade para a pintura das peças necessárias para todos os modelos de exaustores com as três diferentes cores (negro, cinzento e branco), e por último, a

confiança já demonstrada do grupo pela Teka Portugal nos seus processos e na gestão dos seus produtos.

3.2.1. 1ª Fase - Montagem de exaustores e supermercado

O Início da produção e montagem dos exaustores ocorre em janeiro de 2012, este início à muito que estava afirmado e a Teka Portugal já se haveria preparado para a transferência de todas as linhas de montagem existentes na fábrica de Alcalá e também para algumas prensas de produção de componentes internos. A figura 6 representa o espaço físico disponível para albergar as linhas de montagem dos exaustores, com aproximadamente uma área de 915 m².



Figura 6 – Pavilhão 13

Como planeado com o Grupo Teka o arranque das montagens de exaustores foi gradual. Numa primeira fase, e depois de todas as linhas de montagem se encontrarem na Teka Portugal, o planeado foi arrancar apenas com duas linhas de um determinado modelo. Nesta fase a cadência era de uma montagem de quinhentos exaustores por dia. Com o objetivo de abastecer

as linhas de montagem, foi construído, nesse mesmo pavilhão, num local mais afastada, um supermercado de componentes comprados. (ver figura 7)



Figura 7 – Supermercado exaustores

Como se pode constatar na figura referida em cima, com o passar do tempo e com o arranque de mais linhas de montagem, este supermercado começou a ficar pequeno para todo o material necessário para o abastecimento e uma aparente desorganização começou a ser perceptível. Aparente porque, o material está agrupado por famílias de produtos e a colaboradora sabe exatamente onde se encontram todos os componentes, mas um dos problemas aqui existentes é que essa colaboradora é a única que conhece este supermercado, e no caso de faltar este poderá se tornar um problema.

Voltando um pouco atrás, a lógica de funcionamento deste supermercado é a seguinte: todo o material comprado para a montagem dos exaustores encontra-se neste local; este vem diretamente do armazém de componentes para o supermercado no lote de uma palete; é a colaboradora que está neste local que efetua o pedido de reposição de material quando se apercebe que este está em falta, ou está para acabar; para cada modelo existe um carro de abastecimento (ver figura 8) no qual é preparado por esta colaboradora com material contado em caixas de *stock*; depois de preparado este, este é deslocado para o extremo do supermercado e é deixado para outra colaboradora, a abastecedora, o levar para a linha de montagem e proceder a troca de caixas, retirando as caixas de *stock* vazias que lá se encontra, e substituindo por umas

cheias que transporta no carro de abastecimento. Por fim volta a levar o carro para o supermercado, levando outro para o abastecimento às linhas.

O abastecimento funciona através de um sinal visual situado em cada linha de montagem, isto é, em cada linha, mais concretamente em cada posto de trabalho encontra-se um sinal luminoso no qual é controlado pela colaboradora que lá se encontra a trabalhar. Esta quando se apercebe que falta material ou vai faltar, aciona este sinal luminoso no qual alerta a abastecedora para a falta de material naquele determinado posto. Esta a seguir procede ao abastecimento dessa linha de montagem.



Figura 8 - Carros de abastecimento

Neste momento a cadência de montagem é de mil e trezentos exaustores por dia e são sete as linhas que estão a trabalhar nestas montagens (ver figura 9), é de salientar que as linhas são compostas por duas ou três pessoas. Existem três locais inseridos no final das linhas para os testes aos exaustores e para a embalagem dos mesmos.

Havendo já dificuldades suficientes existentes nesta fase, entra agora na equação outra variável de extrema importância e na qual veio dificultar ainda mais estas montagens, a chegada de mais postos de trabalho para a pré-montagem de motores.



Figura 9 – Linhas de montagens dos exaustores

3.2.2. 2ª Fase – Pré-montagem dos motores

Um dos componentes comprados para a montagem dos exaustores são os motores, este é um material volumoso e de custo elevado. A solução encontrada foi de fazer a pré-montagem dos motores na Teka Portugal. Tendo em conta a diminuição de custos, a diminuição de *stock*, pois este é um componente de grande volume e implicava um grande de espaço no armazém de componentes, e a capacidade de produção da fábrica, foi decidido então efetuar as pré-montagens dos motores.

Isto tudo seria o ideal se não fossem outros problemas que foram surgindo com o avançar do tempo, tendo estes sendo causados indiretamente pela Teka Portugal, isto devido ao mau planeamento ocorrido a quando a chegada das linhas de montagem. Esta situação surge devido ao espaço reduzido do pavilhão e do *layout* construído para as linhas de montagem, estas ficaram sem espaço para o acréscimo de mais postos de trabalho, que seriam os postos necessários para as pré-montagens dos motores. A consequência disto foi que as linhas das pré-montagens dos motores ficaram colocadas numa zona mais afastada das montagens dos exaustores. A figura seguinte (figura 10) exemplifica um dos problemas.



Figura 10 – Pré-montagens dos motores

Após a montagem dos motores, estes são inseridos nos carros de ferros (carro localizado na parte esquerda da figura) até atingir o limite de capacidade, cerca de quarenta unidades, e de seguida levados para a linha de montagem. Estes processos causam imensos *stocks* intermédios, pois muitos destes carros de ferro ficam parados à espera que sejam necessários nas linhas de montagem.

Outro aspeto a realçar é a produtividade das colaboradoras das pré-montagens. Devido a todo o manuseamento que tem de efetuar com estes carros e ao auto abastecimento, o desperdício é enorme. Muito do seu tempo de trabalho estão a fazer atividades que não acrescentam valor ao produto, e quando falamos de tempos de ciclo de dois minutos, se estiverem em média dez por cento nestas atividades, no final do dia são aproximadamente vinte e quatro pré-montagens que não fizeram.

Neste caso de estudo, o *Value Stream Mapping* vai ser o impulso para a mudança de todo este processo, desde o *layout* das linhas de montagem e das pré-montagens dos motores, ao supermercado e o seu abastecimento e por último a todos os fluxos de materiais e informação entre todas as atividades.

Na apresentação do VSM do estado corrente, vão ser caracterizados os problemas do projeto e as soluções encontradas para o melhorar. No VSM do estado futuro vai ser apresentada todas as alterações que vão ser efetuadas, e exibir a “fotografia” do estado futuro destas linhas de montagem.

São dois os objetivos principais a atingir:

- ✓ Aumentar a produtividade das linhas de montagem em 25%;
- ✓ Otimizar o espaço do pavilhão verde em cerca de 50%;

3.3. Aplicação do *Value Stream Mapping*

3.3.1. Equipa multidisciplinar

Este é o primeiro passo para a construção prática do VSM. É necessário reunir todos os intervenientes deste projeto e começar a debater os problemas existentes, as ideias e soluções para o resolver. Esta equipa de trabalho é composta pelos seguintes colaboradores:

- O diretor industrial;
- O gestor de produto dos exaustores;
- Dois colaboradores do departamento de *Lean Production*;
- O chefe da manutenção;
- Um colaborador do departamento do projeto;

Na primeira reunião, após todos debaterem as suas ideias o consenso foi geral, o primeiro passo a ser realizado é a construção do *Value Stream Mapping* do estado atual das linhas dos exaustores. Ficaram agendadas também dias em que toda a equipa se dedicou a cem por cento neste projeto.

3.3.2. Value Stream Mapping estado corrente

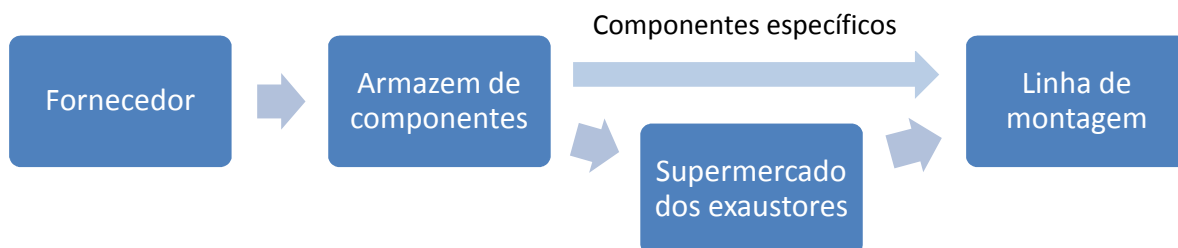
Na construção do *Value Stream Mapping*, a primeira fase foi a escolha de uma família de produtos (ver anexos). Apesar disto, antes vai ser explicado todos os processos envolventes com a produção de todos os modelos produzidos na Teka Portugal. O VSM visa sobretudo encontrar desperdícios em todos os processos envolventes, mas se nos cingirmos apenas a uma família de produtos muitos destes desperdícios poderiam ficar encobertos. A ideia base é iniciar toda a identificação dos desperdícios existentes na produção dos exaustores com o *Value Stream Mapping*, encontrar oportunidades de melhoria contínua e de seguida utilizar diversas ferramentas *Lean* para eliminar ou atenuar estes desperdícios.

Existem vários modelos de exaustores, cada um com cadências diferentes, pois esta cadência varia com a procura do cliente. Para tal, e escolhendo os modelos com maior peso significativo nas vendas, foi elaborada a tabela 1 onde se destacam quatro modelos de exaustores.

Família de exaustor	Cadência diária
CNL	540
Classic	400
TL	260
GF	100

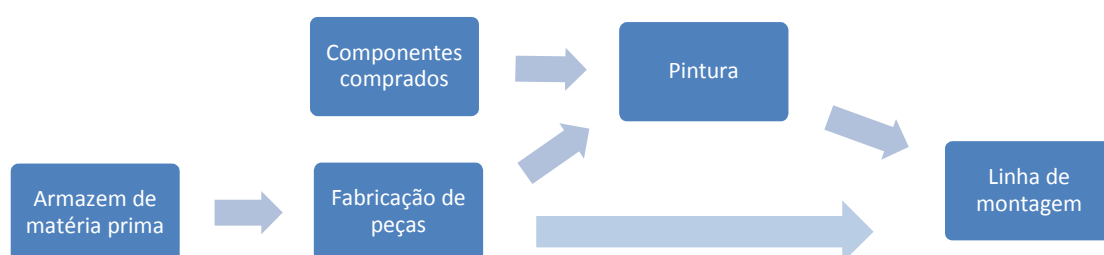
Tabela 1 – Modelos de exaustores

Depois de conhecer os modelos que vão ser alvo de análise o passo seguinte foi de ir para o terreno e conhecer todo o processo envolvente com modelos. Os dois fluxogramas seguintes ilustram os processos de um ponto de vista simplificado, o primeiro para os componentes comprados e o segundo para os componentes de fabricação interna. É de salientar que existem componentes comprados, mais concretamente os componentes de chapa, que necessitam em primeiro lugar de ir a pintura e só depois são integrados nas linhas de montagem. Estes por agora, e para uma melhor explicação do processo, vão entrar no fluxograma da fabricação interna.



Fluxograma 1 – Componentes comprados

Neste primeiro fluxograma o processo é simples, o planeamento é feito quinzenalmente, sendo todo os componentes comprados guardados no armazém de componentes, de seguida este material vai em paletes ou em caixas individuais, consoante o seu consumo nas linhas, para o supermercado onde a colaboradora encarregue deste, tem como tarefa encher as caixas de *stock* para a preparação de carros de abastecimento. Por último a abastecedora leva estes carros para as linhas e procede a troca de caixas vazias por caixas cheias de material. Este supermercado é unicamente composto por componentes comuns entre exaustores. Existem também componentes específicos para cada exaustor, estes encontram-se guardados no armazém de componentes e quando precisos seguem diretamente para as linhas de montagem.



Fluxograma 2 – Fabricação interna

O segundo fluxograma é um pouco mais complexo. Como falado anteriormente, existem os componentes comprados que seguem para a pintura e em seguida para a linha de montagem.

Além destes, encontram-se no armazém de matéria-prima chapa necessária para a fabricação de componentes onde estes se vão dividir uns para a pintura e outros para as linhas de montagem.

Nos dois processos acima referidos existem *stocks* intermédios que não foram identificados. Estes vão tornar o panorama mais complicado e os processos não vão parecer tão simples como agora explicados. Na construção do VSM estes *stocks* intermédios serão apresentados.

Até agora toda a equipa referida no ponto anterior participou nesta recolha de dados e na análise dos processos envolventes com os exaustores. Para finalizar a construção do VSM falta apenas obter a informação sobre o fluxo de informação que faz mover todo este produto. Para tal o gestor de produto forneceu todos os dados necessários para a aquisição destes dados. Estes são os seguintes:

- Os clientes efetuam os seus pedidos mensalmente com datas concretas;
 - Existe também um pedido semanal e por vezes ocorre surgirem urgências, estas também com um intervalo de uma semana;
- O responsável de planeamento realiza um plano quinzenal para a montagem dos exaustores e fornece este mesmo plano à colaboradora responsável pela preparação dos carros de abastecimento, para está saber que material deve fornecer à abastecedora, e por último à reprografia para procederem a produção dos manuais necessários para cada exaustor;
 - O planeamento para a pintura é ligeiramente diferente, sendo este realizado semanalmente e por cor. Quer isto dizer que durante uma semana pinta uma determinada cor e se o planeamento assim o exigir na semana seguinte pinta de outra cor. Isto acontece devido aos tempos de mudança de pintura serem demasiados altos e ficando assim portanto mais em conta proceder durante uma semana a pintura de uma só cor. O problema é que vai existir ainda mais *stocks* e de maior quantidade.
- Os pedidos aos fornecedores ocorrem semanalmente e estes são programados por MRP (*Manufacturing Resource Planning*)

Em seguida é apresentado o início da construção do Value Stream Mapping do estado corrente das linhas dos exaustores. A figura seguinte foi um VSM realizado pela equipa numa sala de trabalho.

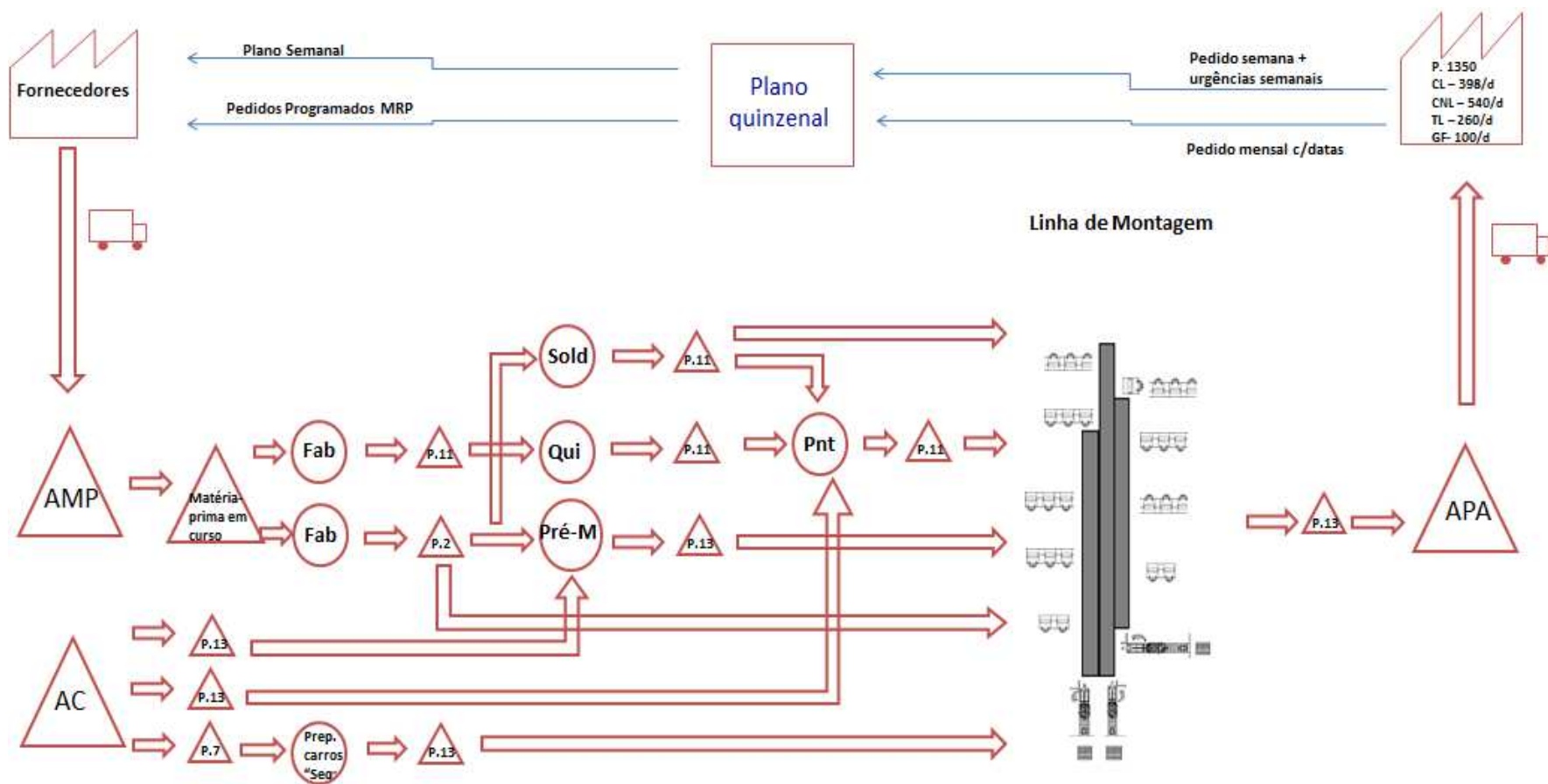


Figura 12 – Value stream Mapping estado corrente

A figura 12, representa o *Value Stream Mapping* estado corrente, onde inclui todas as fases para a produção final de um exaustor envolvendo todos os processos desde a compra de chapa e outros componentes, à fabricação na prensa, quinadora e soldadura, passando na pintura, pré-montagens e na montagem final do exaustor, acabando no cliente final. Os processos demonstrados são referentes a todos os possíveis modelos de exaustores, não sendo portanto possível calcular o seu *lead time* final desde o pedido do cliente até à entrega desse mesmo pedido. Para tal, e mais a frente no projeto, será exemplificado uma família específica de um produto de um exaustor onde todos estes cálculos serão apresentados. Esta versão contará ela também como um VSM completo no estado corrente e no estado futuro. De seguida é ilustrada a tabela 2 onde as simbologias da figura 12 são descritas com os seus significados.

	Zona de <i>stock</i> . Armazém de matéria-prima.
	Zona de <i>stock</i> . Armazém de componentes.
	Material em curso. Preparação dos carros de abastecimento, processo efetuado por ordem de sequência.
	Material em curso. Transformação de matéria-prima em componentes para as linhas de montagem. Zona de fabricação.
	Local de Stock intermédio. Pavilhão 13
	Material em curso. Transformação de matéria-prima em componentes para as linhas de montagem. Zona de soldadura e quinagem.
	Material em curso. Transformação de matéria-prima em componentes para as linhas de montagem. Zona de pintura e pré-montagens.
	Local de <i>stock</i> intermédio. Produto acabado.

Tabela 2 - Simbologia VSM

A “fotografia” de todos processos da produção de um exaustor está agora retratada na figura 12. Com diversas deslocações ao chão fabril, a equipa foi capaz de identificar oito possíveis melhorias nos processos (figura 13). É de salientar que nesta fase apenas vão ser retratadas as possíveis melhorias, ficando para depois, no Value Stream Mapping completo do estado futuro a explicação de todas as alterações efetuadas.

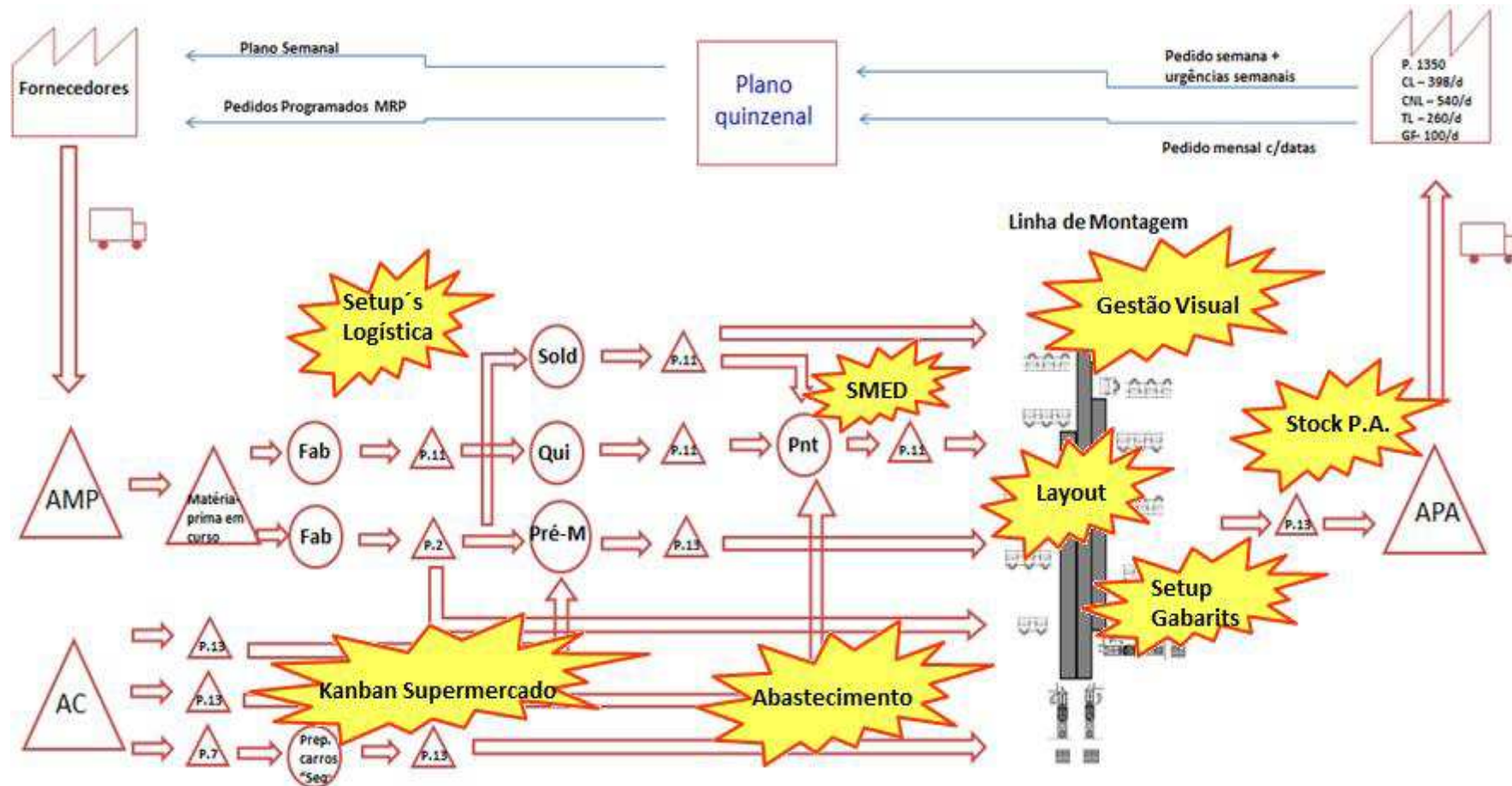


Figura 13 – Kaizen no Value Stream Mapping

As oito oportunidades de melhoria contínua (*Kaizen*) na produção de exaustores serão em seguida descritas:

Gestão Visual – Com uma simples deslocação ao terreno torna-se perceptível a falta de gestão visual em todo o processo de produção de exaustores. Por gestão visual subentendemos o seguinte: um sistema de planeamento, controlo e melhoria contínua que integra ferramentas visuais simples que possibilitam e que se compreenda através de uma rápida visão à situação atual. Este apoia também o trabalho padrão da liderança para garantir a aderência dos processos aos padrões e viabilizar as melhorias contínuas.

A falta de marcações no chão, a não identificação das caixas de *stock* e dos postos de trabalho, e a falta de quadros de informação (gráficos da produtividade e da qualidade, normas e regras, informação *Lean*) são os pontos mais em destaque na falta de gestão visual.

Stock produto acabado – O sistema ideal para o produto acabado era este ir diretamente para o armazém do produto acabado, mas tal facto não acontece. Este *stock* é levado para o seu armazém apenas uma ou duas vezes por dia, como consequência este fica por vezes dois dias no mesmo pavilhão das linhas de montagem, ocupando demasiado espaço na área fabril da fábrica.

Setup Gabarits – A designação gabarit utilizada na Teka, refere-se a uma ferramenta de auxílio ao colaborador para um determinado componente. Como já referido anteriormente, existem vários modelos de exaustores e dentro do mesmo modelo estes podem variar de tamanho. São poucos os gabarits que servem para modelos diferentes, tendo por norma um gabarit para cada modelo e para cada componente (se este necessitar deste utensílio). Na eventualidade de haver alteração na linha de montagem para outro modelo de exaustor, o setup dos gabarits podem ser longos, originando imediatamente paragens nessa linha.

SMED – A metodologia SMED é relativa ao processo de pintura dos exaustores. Sendo aproximadamente noventa minutos de setup para mudar a cor de pintura, este tempo é demasiado longo, causando longas paragens quando assim é necessário, e causa também um planeamento exaustivo ao ponto de toda uma linha de montagem por vezes depender do processo de pintura.

Setup's Logísticos – Todos os setup's logísticos encontrados na produção dos exaustores são desencadeados pela ordem de produção, a partir desta é que todos os processos da montagem dos exaustores são acionados. Existe um plano mensal de produção que normalmente é seguido,

mas as falhas existem, e quando assim é toda a logística envolvente não está preparada para colmatar esta falha. Um exemplo de uma falha destas é um atraso no processo da pintura, havendo este atraso a linha de montagem fica sem o material necessário para prosseguir com as suas atividades, para os colaboradores não ficarem parados a alternativa mais usual é a troca de modelo de montagem, mas quando isto acontece a logística não está preparada para uma troca rápida de processos, uma troca que envolve alterar o plano mensal de produção. Resumindo, toda a logística não está preparada para as potenciais urgências do dia-a-dia.

Até agora foram caracterizadas cinco das possíveis melhorias contínuas na produção dos exaustores faltando três das oito encontradas no *Value Stream Mapping*. O abastecimento, *layout* e *Kanban* supermercado são as três melhorias com um peso mais significativo para os objetivos do projeto. Como veremos mais à frente, estas melhorias são as que vão abranger uma maior mudança em todo o processo da produção dos exaustores e que vão implicar mais esforço humano e financeiro por parte da Teka Portugal.

Kanban supermercado – Apenas as pré-montagens dos motores são abastecidas através do *Kanban*, e mesmo estes são com um sistema muito simples, onde o *Kanban* apenas tem o código do componente, a designação e o linha de montagem. O supermercado das linhas de montagem dos exaustores simplesmente não tem qualquer sistema de reposição de material. O sistema atual é realizado através da colaboradora responsável por esse setor, que verifica ao final do dia, todos os dias, qual o material que está em falta, deixando um papel com os códigos correspondentes no armazém para mais tarde este supermercado ser abastecido.

Abastecimento – O abastecimento atual é realizado por duas colaboradoras sendo este abastecimento efetuado na sua totalidade a pé. Estas duas colaboradoras percorrem por dia todo um pavilhão onde se encontram as linhas de montagem, tendo também de se deslocar a outros pavilhões, havendo muito desperdício pois na globalidade do seu tempo de trabalho estão em movimento com o objetivo de ir ao encontro dos componentes necessários para o abastecimento às linhas. Um pequeno exercício foi realizado numa das reuniões de toda a equipa, o exercício simplesmente se baseava em acompanhar uma abastecedora durante dez minutos e registar as atividades que está realizava nesse intervalo de tempo. A figura 14 é o resultado deste exercício.

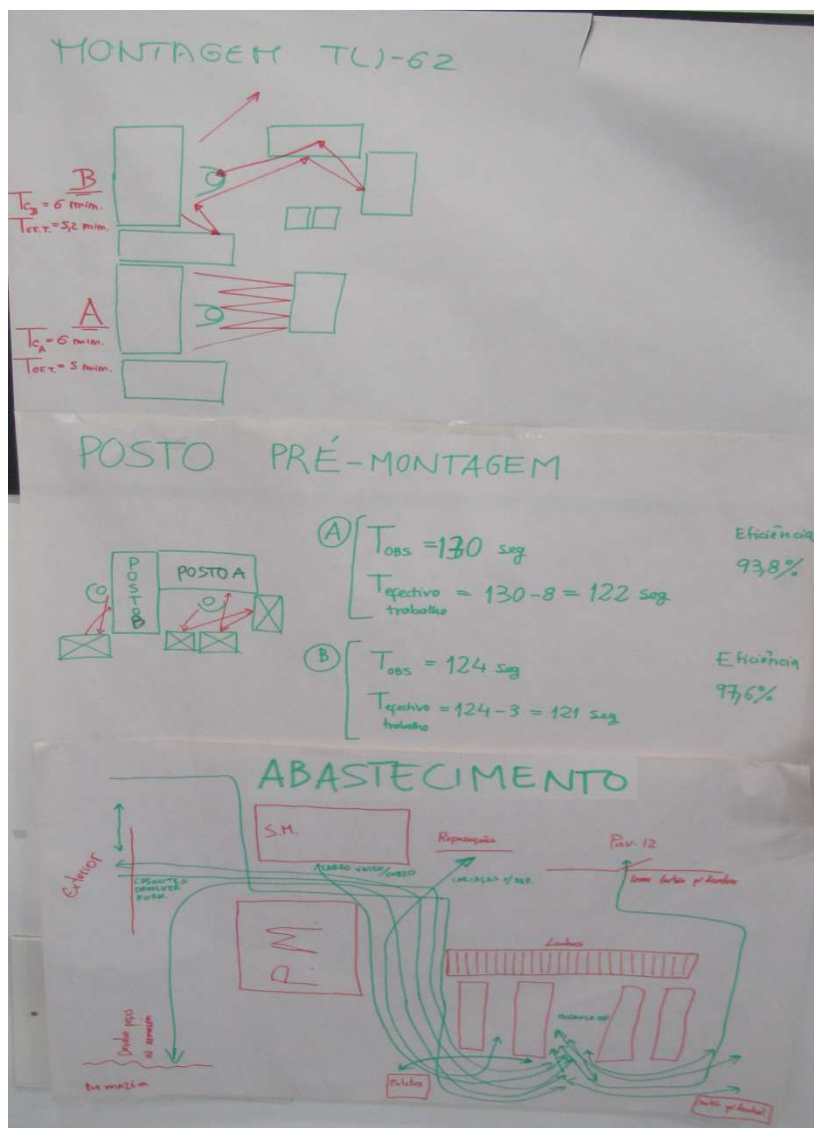


Figura 14 – Exercício movimentações

Nesta mesma figura encontra-se também dois outros exercícios realizados pela equipa, nos quais consistem nos movimentos das colaboradoras de uma linha de montagem e de uma linha de pré-montagem de motores, neste exercício foi retirado também os seus tempos de ciclo.

As setas a verde ilustradas a cima, representam os trajetos realizados pela abastecedora, grande maioria destes trajetos são realizados no mesmo pavilhão, mas no intervalo de tempo de dez minutos, esta colaboradora percorreu mais outros três pavilhões, o armazém e ainda teve de se deslocar ao exterior para deixar caixas retornáveis para os fornecedores. Todas estas deslocções são desperdício (muda), pois nenhum deles está acrescentar valor ao produto final.

Layout – Esta é talvez uma das maiores oportunidades de melhoria encontradas em todo o *Value Stream Mapping*. Em todo o *layout* das linhas de montagem existe desperdício, ou por falta de espaço entre linhas ou postos, ou porque os postos de trabalho não estão preparados para um abastecimento regular e eficaz e fundamentalmente porque as linhas de pré-montagens dos motores encontram-se separadas destas linhas de montagem, sendo os motores um dos componentes dos exaustores.

As oito oportunidades de melhoria contínua foram acima retratadas e encontramos agora com condições para avançar para o *Value Stream Mapping* do estado futuro. Mas antes disso, é importante realçar alguns KPI's (Key Performance Indicators), ou indicadores chave de desempenho do estado atual para depois conseguirmos obter uma melhor perceção das melhorias implementadas e dos ganhos futuros com a metodologia do *Value Stream Mapping*.

Todos estes indicadores foram medidos no chão fabril ou através de plantas da fábrica. A equipa após várias deslocações ao terreno identificou estes dados e mais tarde quantificou-os, apresentados agora na tabela 3.

Número de colaboradores	40 Colaboradores
Número de linhas de montagem	9 Linhas
Número de linhas das pré-montagens	4 Linhas
Cadência da linha de montagem	1350 Exaustores/dia
Cadência dos pré-motores	500 Motores/dia
Espaço de <i>stock</i> de fabricação	800 m²
Espaço de <i>stock</i> componentes comprados	650 m²
SMED linha de montagem	30 Minutos
Takt time linha de montagem	120 Segundos
Percentagem de ocupação fabril (linha de montagem + supermercado)	1360 m²

Tabela 3 - Indicadores chave de desempenho

Nesta altura estes indicadores chave de desempenho pouco esclarecem sobre as possíveis melhorias da situação atual da produção de exaustores, mas com o avançar do projeto e no *Value*

Stream Mapping do estado futuro estes vão obter um maior significado. Será nessa altura que as oportunidades de melhoria contínua vão ser decisivas para uma reestruturação na produção de exaustores.

3.3.3. Value Stream Mapping estado futuro

Com todos os dados retirados até esta fase e com o VSM do estado corrente terminado, é altura de aplicar todas as oportunidades de melhoria contínua e construir o VSM do estado futuro. A figura seguinte (figura 15) ilustra o futuro de todos os processos na produção dos exaustores. Uma grande mudança é evidente, muitos dos *stocks* intermédios desapareceram e as atividades e processos tornaram-se mais simples e percetíveis. De seguida será explicado mais detalhadamente todas as alterações que vão ser realizadas.

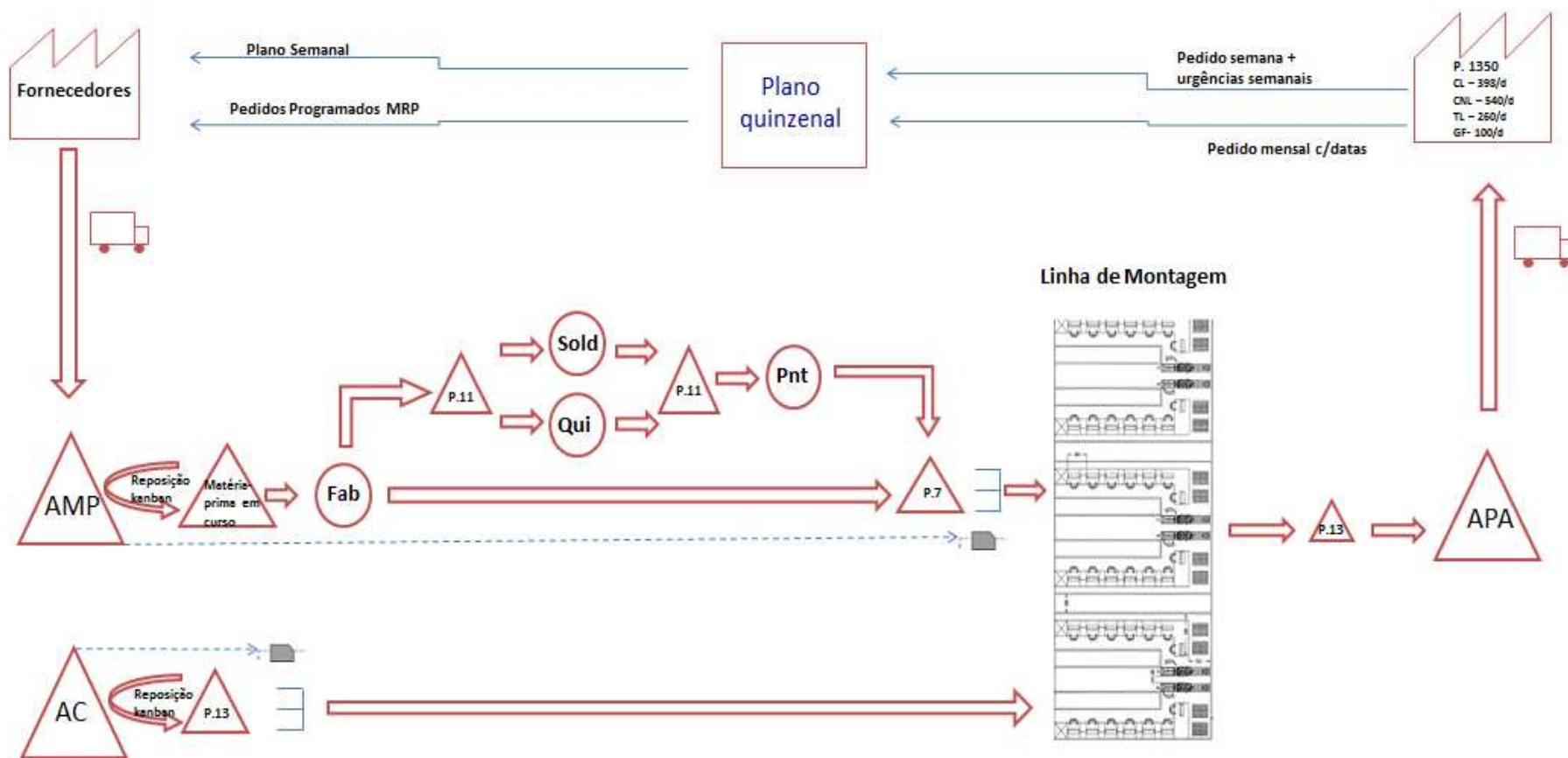


Figura 15 – Value Stream Mapping estado futuro

Layout das linhas de montagem

Como falado anteriormente, vão existir grandes reestruturações no processo de produção dos exaustores, talvez a que mais se destaca é a alteração de todo o *layout* existente das linhas de montagem. No futuro o planeado é que cada linha de montagem contenha sete postos de trabalho em vez dos atuais três existentes. Os postos das pré-montagens dos motores vão ser integrados na linha de montagem e cada uma destas linhas vão ser independentes umas das outras, quer isto dizer que, em cada linha vai existir um aparelho de testes e uma máquina de embalagem.

A seguinte figura (figura 16) mostra toda esta mudança, o *layout* do lado esquerdo é o estado corrente, e do lado direito o futuro destas linhas.

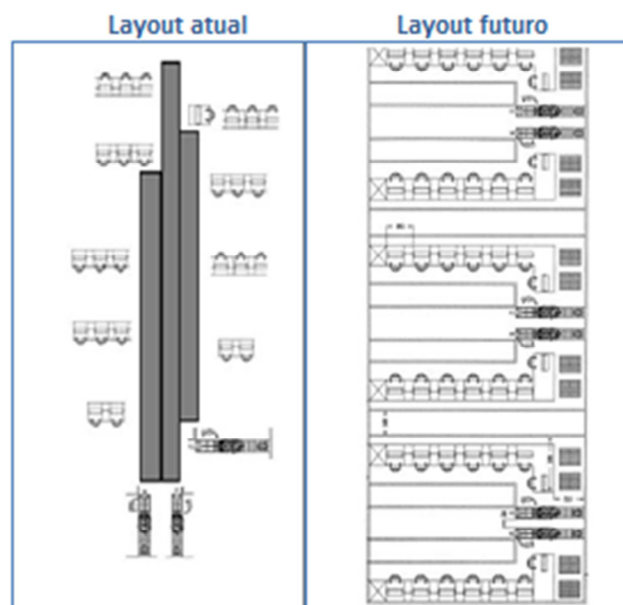


Figura 16 – Layout's linhas de montagem

Em primeiro lugar é preciso destacar que as linhas das pré-montagens dos motores não se encontram no *layout* do estado corrente, pois estas são independentes das linhas de montagem, encontrando-se afastadas das mesmas.

Comparando agora estes dois *layout's*, uma grande alteração salta a vista. As três passarelas que ligam as linhas de montagem, direcionadas para as máquinas de embalagem vão desaparecer na reestruturação. Outro destaque a realçar é o número de linhas, atualmente existem 9 linhas de montagem, sendo elas constituídas por três ou dois postos de trabalho, futuramente estas linhas vão ser uniformes umas com as outras, sendo elas constituídas por sete postos de trabalho cada, e havendo seis linhas de montagens.

Poderá pôr-se em causa o funcionamento destas linhas de montagem, pois uma linha de montagem a trabalhar com três postos é diferente do que uma trabalhar com sete postos. Para isso foi feito o balanceamento da linha para cada modelo, balanceamento feito para sete a dois postos de trabalho. A figura 17 representa um exemplo de um balanceamento realizado pela equipa de trabalho, numa das reuniões, do exaustor CNL1.2002. Todas as linhas vão se encontrar a funcionar para cada alternativa, alterando apenas o balanceamento e ajustando a cadência da linha. Significa que, com o aumentar de número de colaboradores na linha de montagem vai fazer diminuir o tempo de ciclo da linha, controlando assim a cadência de exaustores, cadência esta controlada pelos pedidos dos clientes finais. A existência de sete postos de trabalho não significa que vão estar empregues sete colaboradores nessa linha, significa que essa linha está preparada para abranger no máximo sete colaboradoras.

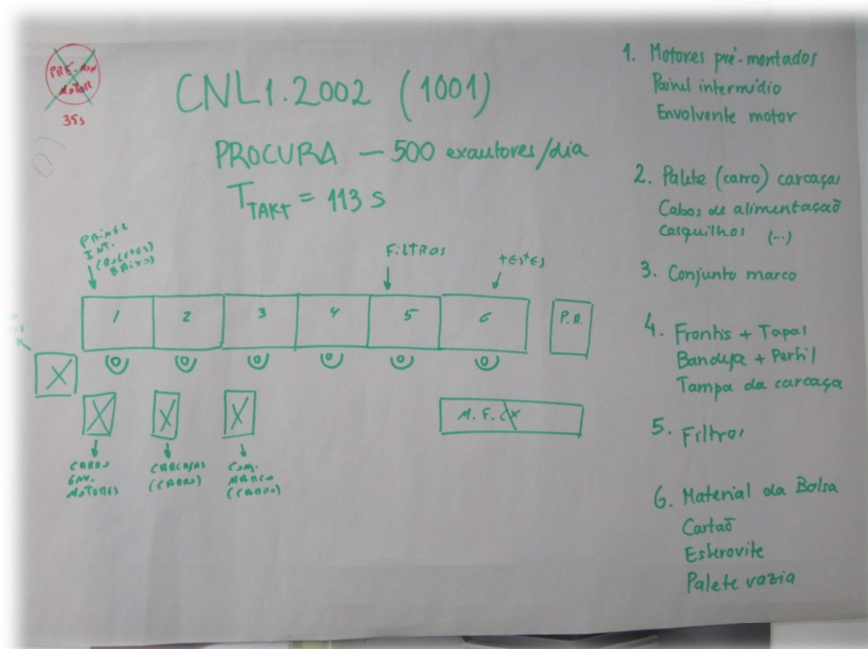


Figura 17 – Balanceamento do modelo CNL

Por último, pretende-se que estas linhas tenham um setup igual a zero, isto significa que cada linha vai ter de estar preparada para integrar qualquer modelo que seja necessário, algo que não acontece atualmente. Sendo o principal fator os gabarits de trabalho. Estes vão ter de sofrer uma alteração, ou se assim não for possível, vai ter de ser feito um investimento em novos gabarits, onde o objetivo principal seja a uniformização dos mesmos, qualquer gabarit seja capaz de integrar qualquer modelo de exaustor.

Supermercado, abastecimento e setup's logísticos

Partindo agora para outro ponto fulcral em toda esta mudança na produção de exaustores, o supermercado das linhas de montagem e o seu abastecimento. Neste futura reestruturação vão existir dois supermercados, um de componentes comprados e outro para componentes de fabricação.

Vamos primeiro falar no primeiro, atualmente este supermercado já existe, mas como já referido no VSM do estado corrente, este encontra-se desorganizado e pouco preparado para as eventuais urgências do dia-a-dia. O novo supermercado vai ser constituído por cinco módulos de estante, com um metro e vinte de profundidade, dois metros de largura e um metro e meio de altura. Estas estantes vão ter cinco níveis de altura, sendo estes constituídos por caixas de *stock* com componentes comprados (figura 18). A primeira estante vai ser composta por todos os componentes comuns existentes entre todos os modelos. A segunda, terceira e quarta estante vão conter componentes referentes aos três modelos, com a maior cadência de produção, um modelo para cada estante. A última estante é composta por todos os restantes componentes comprados. A tabela 4 é um exemplo de como foi elaborado uma estante com os seus componentes. O seu abastecimento vai ser realizado por uma colaboradora, que apenas vai ter de repor as caixas de *stock* vazias por caixas cheias. Esta colaboradora vai ter um posto de trabalho, no qual ao longo do dia de trabalho vai receber do armazém de componentes os componentes necessários para abastecer as cinco estantes. O abastecimento do armazém para esta colaboradora vai ser efetuado por *Kanban*. Este sistema vai ser idealizado da seguinte forma: Para cada referência de material, a colaboradora vai ter acesso à quantidade de material por caixa e ao número de caixas de *stock* dessa referência, ao recolher as caixas vazias dessa referência a colaboradora vai retirar o *Kanban* e posteriormente colocá-lo numa caixa de nivelamento, esta ao atingir um número mínimo de segurança de *Kanban's*, vai despoletar uma ação para o armazém abastecer o posto de trabalho dessa colaboradora. Desta forma esta colaboradora apenas tem de encher caixas de *stock*, deixando-se de preocupar com o plano de produção do dia. Outra

vantagem é que desta forma todas as eventuais urgências no plano de produção estão asseguradas, pois todos os componentes comprados encontram-se nessas cinco estantes.

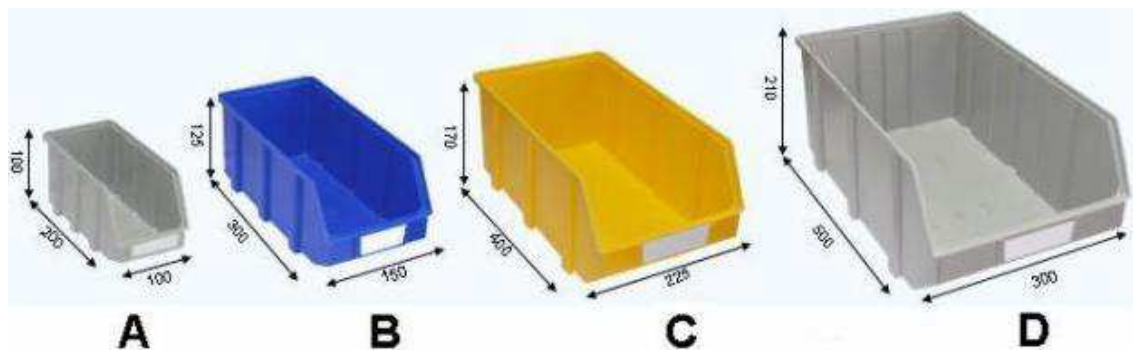


Figura 18 – Caixas de stock

Estante	Codigo	Designação	Cons. médio diario	Tipo caixa	Qt/Cx	Nº caixas	nº filas	nível
Componentes comuns	1220028	Lâmpada tubular 40W	2446	F	50	22	5	5
	1220034	Ponte L=70 cz	476	A	1500	6	1	5
	1220059	Cabo lâmpada L=194	402	A	300	6	1	5
	1230111	Lente piloto Vr	290	A	300	6	1	5
	1220078	Lâmpada tubular 125/130V-40W	351	F	50	6	2	5
	1230040	Lente piloto SMEG Vr	41	A	300	6	1	5
	1220029	Casquilho lâmpada R39	1885	B	100	12	3	5
	1230037	Tampa porta lâmpadas	1106	B	200	16	4	5
	1230021	Passa cabos	915	B	80	16	4	5
	1220030	Cabo lâmpadas L=530	541	B	150	12	3	4
	1230024	Etiqueta aviso plástico	442	B	1 rolo	4	1	4
	1220037	Cabo alim. exaut. cl.2 ficha Eur.	746	C	50	6	2	4
	1220074	Cabo alim. exhaust. cl.2 ficha USA	155	C	50	3	1	4
	1220070	Cabo alim. exaut. cl.2 s/ ficha	30	C	50	3	1	4
	1230023	Placa luz CS6000	911	D	80	14	6	3
	1230189	Placa luz	477	D	80	8	4	3
	1230063	Prolongador PVC 600 Br	221	D	80	4	2	3
	1220043	Foco halogéneo 12V 20W	367	F	500	4	2	2
	1230028	Derivação saída ext. 120/120	1019	AG	70	14	7	2
	1230278	Derivação saída ext. 120	510	AG	70	8	4	1
	1230251	Derivação saída red. ext. 120/100	183	AG	70	4	2	1

Tabela 4 - Constituição da estande dos componentes comuns

Esta será a composição da estante dos componentes comuns a todos os modelos. A sua leitura é fácil, na primeira coluna temos as referências dos componentes, seguido da sua designação, o seu consumo diário (cálculo feito através do consumo médio mensal de 5 meses anteriores), o tipo de caixa de *stock*, sendo a letra “F” designação para caixa de fornecedor e “AG” uma caixa de *stock* da Teka com dimensões superiores a caixa de *stock* D, a seguir segue a quantidade por caixa, o número de caixas com essa referência, o número de filas que estão ocupam e por fim em que nível estes se encontram.

O segundo supermercado, o de componentes fabricados vai ser uma implementação nova na produção dos exaustores. Como se pode reparar no VSM do estado corrente existem muitos *stocks* intermédios em todas as atividades destes componentes, e todos eles são tratados como componentes específicos, quer isto dizer que apenas com uma ordem de produção de um determinada quantia estes serão fabricados, ficando depois alguns dias nesse *stock* intermédio até serem consumidos. O gestor de produto e o chefe de produção é que organizam todo este processo. A ideia futura é a existência de um supermercado que contenha todas as referências de componentes de fabricação, isto significa um único local de *stock* e apenas a preocupação de ter de o abastecer. Não será necessário saber quais as ordens de produção e as suas quantidades para fabricar os componentes, a única tarefa é produzir os componentes para abastecer esse supermercado. O sistema *Kanban* também será aqui implementado, determinado por um *stock* mínimo de cinco dias para cada referência. A ideia geral é a existência de um único espaço (*stock* intermédio) com contentores com todos os componentes fabricados, onde a abastecedora se deslocará a este com o objetivo de levar o material necessário para os abastecimentos às linhas.

Outra alteração existente vai ser o abastecimento às linhas de montagem. O abastecimento atual é realizado por duas colaboradoras, no futuro apenas uma destas o vai realizar. Um mizusumashi (carro de abastecimento) será disponibilizado a esta abastecedora, flexibilizando assim o processo de abastecimento. Esta terá apenas de substituir as caixas de *stock* vazias nas linhas de montagem por outras cheias. Os postos das linhas de montagem estarão preparados para conterem espaço em prateleiras para duas caixas de *stock* de cada referência, assim esta troca decorrerá sem problemas, pois no máximo apenas uma dessas caixas estará sem material, e quando isso se sucede a abastecedora na sua rota, troca essa caixa por outra com material cheio. Por último a rota desta abastecedora é calculada através de duas vezes o *stock* mínimo da quantidade de uma caixa de *stock*. Exemplificando:

- Caixa de *stock* C = 10 unidades
- Tempo de ciclo= 2 minutos
- Rota abastecimento = $(10 \text{ un} \times 2 \text{ vezes}) / 2 \text{ min Tc} = 10 \text{ minutos}$

Se uma caixa tem 10 unidades e o tempo de ciclo é de 2 minutos, significa que em cada 20 minutos vão ser gastas 10 unidades deste componente, para garantir que o abastecimento não falha, a rota de abastecimento é metade do tempo de consumo deste componente, significando que em 10 e 10 minutos a abastecedora realiza a sua rota de abastecimento.

SMED pintura

Apesar de esta ter sido considerada uma oportunidade de melhoria contínua, para este ano não está planeado qualquer investimento nesta área. Devido já aos elevados gastos existentes, sendo este mais um deles, não foi contemplado nesta reestruturação. A única alteração planeada é o planeamento da pintura passar a ser de três em três dias, em vez do planeamento semanal atualmente existente, esta medida visa diminuir o *stock* de componentes pintados.

Gestão visual e Produto Acabado

Futuramente todas as caixas de *stock* terão a referência e a designação do material que transportam e a sua localização na estante do supermercado, todas as linhas e postos estarão identificados e será implementado um quadro de informação ao setor dos exaustores, com informações dos seus rendimentos, controlo de qualidade etc. Marcações no chão e passadeiras também serão alvo de melhorias. Para o produto acabado pretende-se que este seja escoado mais vezes ao longo do dia do que atualmente se sucede, uma melhor organização da sua disposição também será alvo de melhoria. A intenção é fundamentalmente diminuir a zona de *stock* deste produto.

A análise de todos os dados determinados até esta fase e esperando um aumento de produtividade 25 % devido a todas as oportunidades de melhoria implementadas, dá-nos a seguinte tabela dos indicadores chave de desempenho futuros.

Número de colaboradores	30 Colaboradores
Número de linhas de montagem	6 Linhas
Número de linhas das pré-montagens	
Cadência da linha de montagem	1350 Exaustores/dia
Cadência dos pré-motores	
Espaço de <i>stock</i> de fabricação	450 m²
Espaço de <i>stock</i> componentes comprados	100 m²
SMED linha de montagem	0 Minutos
Takt time linha de montagem	120 Segundos
Percentagem de ocupação fabril (linha de montagem + supermercado)	600 m²

Tabela 5 - Indicadores chave de desempenho futuros

O ganho de produtividade em 25%, como inicialmente se pode pensar, não está na capacidade de produzir mais exaustores, essa capacidade é controlada pelos pedidos dos clientes, este ganho está na redução de dez pessoas no setor dos exaustores, continuando a ter a mesma cadência anterior (1350 exaustores/dia). Isto é possível devido a eliminação de muitos desperdícios existentes atualmente, nos quais retiram tempo de trabalho aos colaboradores. Outro facto importante são as linhas de pré- montagem, estas apresentam uma cadência muito baixa, existindo até dois turnos para conseguir o abastecimento necessário às linhas de montagem. Com a implementação destas pré-montagens nas linhas de montagem as suas tarefas vão ser balanceadas com os restantes postos de trabalho, conseguindo assim chegar à mesma cadência de toda a linha de montagem e deixando de ser precisos tantos colaboradores nas pré-montagens dos motores. Os dois turnos vão deixar de existir, tendo em consideração que o turno noturno de trabalho é mais caro que o turno normal, este também será outro ganho a ter em conta.

O seguinte gráfico mostra a redução de *stock* que existira com esta reestruturação e com as melhorias implementadas em toda a produção de exaustores.

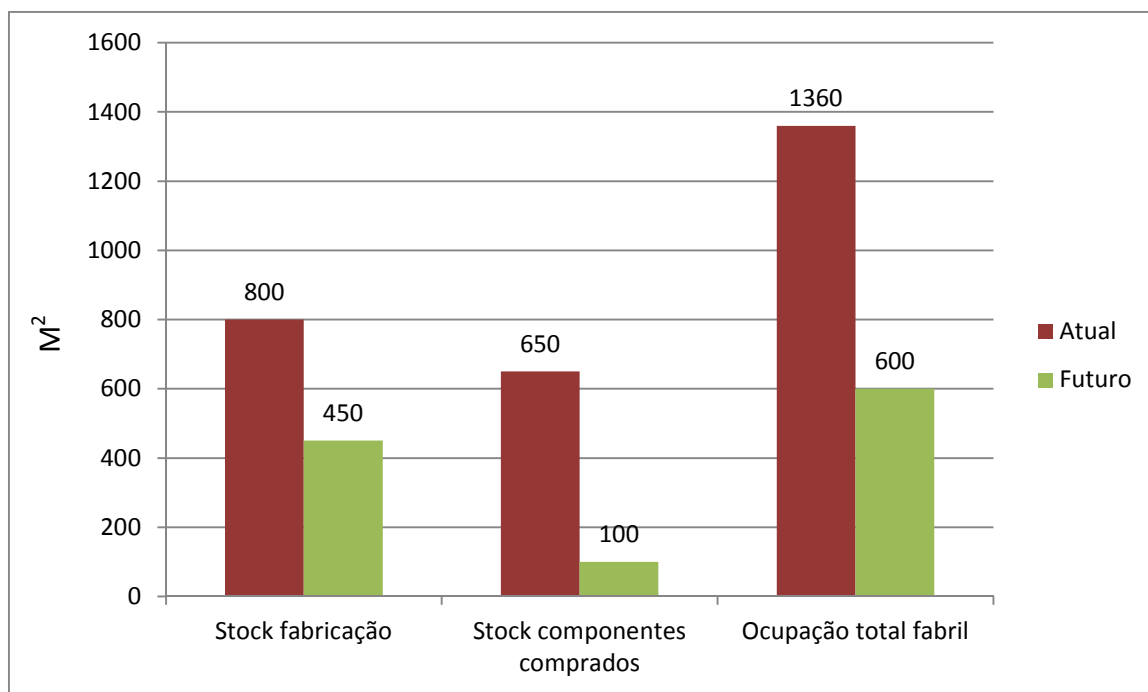


Gráfico 1 – Ocupação exaustores em m²

A redução de todo o *stock* em torno deste produto é bem visível e significativa, no total com todas estas mudanças a Teka Portugal terá ganho um espaço de aproximadamente 1660 m². Todo este espaço poderá no futuro ser utilizado para novos produtos ou expansão dos existentes, qualquer das duas alternativas, significa um crescimento na organização.

Para finalizar todo este processo de melhoria contínua e para dar continuidade a este projeto, foi realizado um plano de trabalho contendo toda a equipa envolvente no projeto. O objetivo é delegar tarefas a cada pessoa ou à equipa em geral, havendo datas de finalização para cada uma dessas tarefas. Obrigatoriamente estas terão que estar terminadas no início de setembro, mês de arranque das novas linhas de montagem de exaustores.

Um dos objetivos desse plano e no qual já começou a ser delineado foi a construção de uma linha piloto. O propósito é fazer o balanceamento de uma linha de dois a sete postos de trabalho e sobretudo definir os tamanhos das bancadas e as prateleiras necessárias para cada posto de trabalho. Estes dados e indicações vão servir para a manutenção construir as seis linhas de montagem planeadas para o futuro dos exaustores.



Figura 19 – Linha de montagem piloto.

4. Conclusões e resultados obtidos

4.1. Conclusões finais

O *Value Stream Mapping* é um excelente ponto de partida para a implementação das ferramentas *Lean*. Através do VSM é possível ver todo o processo e identificar quais as oportunidades de melhoria possíveis de se aplicar. Todo este projeto se baseia nesta metodologia, analisando em primeiro lugar o processo de produção dos exaustores como um todo e em seguida com uma família de produtos específicos. Em ambos os casos os resultados foram extremamente positivos, no primeiro a redução em dez colaboradores, mantendo a mesma cadência de produção de exaustores, com um ganho aproximado de cento e dez mil euros anuais, uma redução significativa de *stock* e uma otimização das linhas de montagem e o seu supermercado. No segundo caso é de realçar uma redução em mais de cinquenta por cento do *lead time* do componente em estudo.

Um destaque a realçar é a construção de todas as fases do VSM, à primeira vista poderá parecer fácil mas é preciso ter alguns cuidados. Numa primeira fase é importante a construção de uma equipa multidisciplinar, não são necessário muitos elementos, pelo contrário, deverá ser uma equipa não mais de seis elementos. Estes deverão abranger as áreas que se pretende analisar com o *Value Stream Mapping*. A construção do VSM do estado corrente é o próximo passo, é necessário diversas idas ao chão fabril e nesta fase todos os processos têm de estar esclarecidos para toda a equipa. Nesta fase poderá entrar também a identificação das oportunidades de melhoria, analisando uma a uma e encontrando soluções para elas. Na construção do VSM do estado futuro, a equipa deve implementar as oportunidades das melhorias encontradas e analisar os resultados delas obtidas. Por fim, e não menos importante, surge o planeamento de todas as tarefas necessárias para suportar estas alterações e dar continuidade ao projeto.

A realização deste projeto não se baseou apenas na simples aplicação do VSM, este permitiu também a aplicação de várias metodologias *Lean* e alertar para a importância da procura constante de desperdícios em todos os processos e da melhoria contínua dos mesmos. Por vezes uma simples eliminação de um desperdício inerente a um processo consegue aumentar substancialmente o seu rendimento. Outro facto simples é a gestão visual, uma boa e conseguida

implementação da gestão visual permite aos colaboradores trabalharem com uma melhor harmonia, flexibilidade, empenho e causando também a diminuição de muitos erros causados unicamente por distrações.

4.2. Limitações do projeto

Havendo pontos positivos ao longo deste projeto e sendo o VSM uma excelente ferramenta Lean, existem certos cuidados que deverão estar presentes na sua aplicação. Uma das limitações desta ferramenta e talvez a que deva exigir mais preocupação é a sua incapacidade para detalhar comportamentos dinâmicos. Com a instabilização de processos e com os stocks intermédios existentes, o que poderá ter sido analisado numa determinada semana, correrá o risco de ser diferente em outra dada altura.

Uma limitação ligada a todo o projeto foi a imprecisão dos dados do estado futuro do Value Stream Mapping. Acontece que, até a data o projeto ainda se encontra em fase de implementação, não havendo assim possibilidade de uma crítica mais construtiva ao futuro desta linha de montagem.

4.3. Aplicações futuras do VSM em outros produtos

O VSM aplicado aos exaustores pode despoletar a utilização desta mesma metodologia nos restantes produtos produzidos pela Teka Portugal. Se os resultados futuros de todas estas alterações e melhorias forem os esperados, poderá significar uma aplicação imediata em todos os outros produtos. A Teka Portugal produz outras gamas de eletrodomésticos e estas também apresentam processos com desperdícios e oportunidades de melhoria contínua. Muitos destes processos são semelhantes aos dos exaustores, a utilização do VSM nestes não seria muito diferente, tendo de ajustar naturalmente alguns processos específicos.

Bibliografia

Brunt, D. (2000) From current state to future state: mapping the steel to component supply chain. International Journal of logistics: research and applications, Vol. 3 (3) 259 – 271

Hirano, H. (1996). 5s for Operators: 5 Pillars of the Visual Workplace. Portland OR: Productivity Press.

Lovelle, J. (2001). Mapping the Value Stream – Use Value-Stream Mapping to Reveal the Benefits of Lean manufacturing, IIE solutions, Vol. 33(2), 26-33

Monden, Y. (1993). Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time (2nd ed. ed.). Norcross, GA: Industrial Engineering an Management Press.

Monden, Y. (1998), “Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In Time”, 3ª Edição, Georgia: Chapman & Hall

Nakajima, S. (1988). Introduction to TPM: total productive maintenance. Productivity Press.

Ohno, T. (1997). O Sistema Toyota De Produção: Além da Produção em Larga Escala. Bookman.

RIVERA, L. & FRANK CHEN, F. (2007) Measuring the impact of Lean tools on the cost-time investment of a product using cost-time profiles. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, Vol. 23, 684-689.

ROTHER, M. & SHOOK, J. (1998) Learning to see: Value stream mapping to create value and eliminate muda, Brookline, Massachusetts, USA, The Lean Enterprise Institute.

Seth, D., and Gupta, V. (2005) Application of value stream mapping for lean operations and cycle time reduction: an Indian case study. Production Planning & Control, V.16 (1), 44–59

Shingo, S. (1985 b). A revolution in Manufacturing: the SMED System. Stanford, CT: Productivity Press.

Tapping, D., Luyster, T., and Shuker, T. (2002). Value stream management: Eight steps to planning, mapping, and sustaining lean improvements. New York. Productivity Press.

TEKA © 2012. Apresentação da Teka Portugal, S.A..[online] Teka Portugal S.A. avaliado em: <<http://www.teka.pt/>> [Acedido em 26 de maio de 2012]

Vatalaro J. & Taylor, R. (2003). Implementing a Mixed Model Kanban System: The Lean Replenishment Technique for Pull Production. Portland, OR: Productivity Press.

Womack, J. and Jones, D. (1996) Lean thinking: banish waste and create wealth in your Corporation. London, Touchstone books.

Womack, J and Jones, D. (2003). Learning to see; value stream mapping to create value and eliminate muda. Brookline. The lean enterprise institute.

Womack, J., Jones, D. and Roos, D. (1990). The machine that changed the World. The story of Lean Production. New York. Harper Perennial.

Anexos

Value Stream Mapping envolvente inox classic

Depois de falar nos processos gerais e nas oportunidades de melhoria contínua de todo o conjunto de processos dos modelos dos exaustores, foi agora analisada uma família de produtos através do VSM. O objetivo é seguir passo a passo, processo a processo, todo o seu caminho de produção, desde o pedido do cliente até este o receber o seu produto, identificando e caracterizando os processos, os *stocks* intermédios e fundamentalmente o seu *lead time*.

Neste ponto vamos analisar o estado presente e o estado futuro desta família específica do exaustor classic.

A família de produtos escolhida foi a envolvente de inox do modelo do classic. Este é inicialmente comprada como matéria-prima (chapa). O VSM do estado corrente deste componente mostra-nos que o mesmo sofre quatro transformações antes de ser integrado na montagem final do exaustor. Da chegada em matéria-prima até a linha da montagem, esta chapa sofre todas estas alterações até se transformar numa carcaça de um exaustor, posteriormente é acoplada com os restantes componentes e por fim tem as ultimas quatro fases (testes, embalagem, cintagem e transporte para o armazém do produto acabado) que regra geral são idênticas a todos os outros modelos.

Desde da entrada da matéria-prima no primeiro processo de fabricação (prensa) até que seja transportada para o armazém do produto acabado, este componente demora aproximadamente 37 dias, e é este o seu *Lead Time*. Outro destaque para este mapeamento é a quantidade de *stocks* intermédios que existem ao longo de todo o processo, facilmente se contam oito *stocks* e nos três primeiros estes *stocks* são excessivos.

Value Stream Mapping estado corrente envolvente

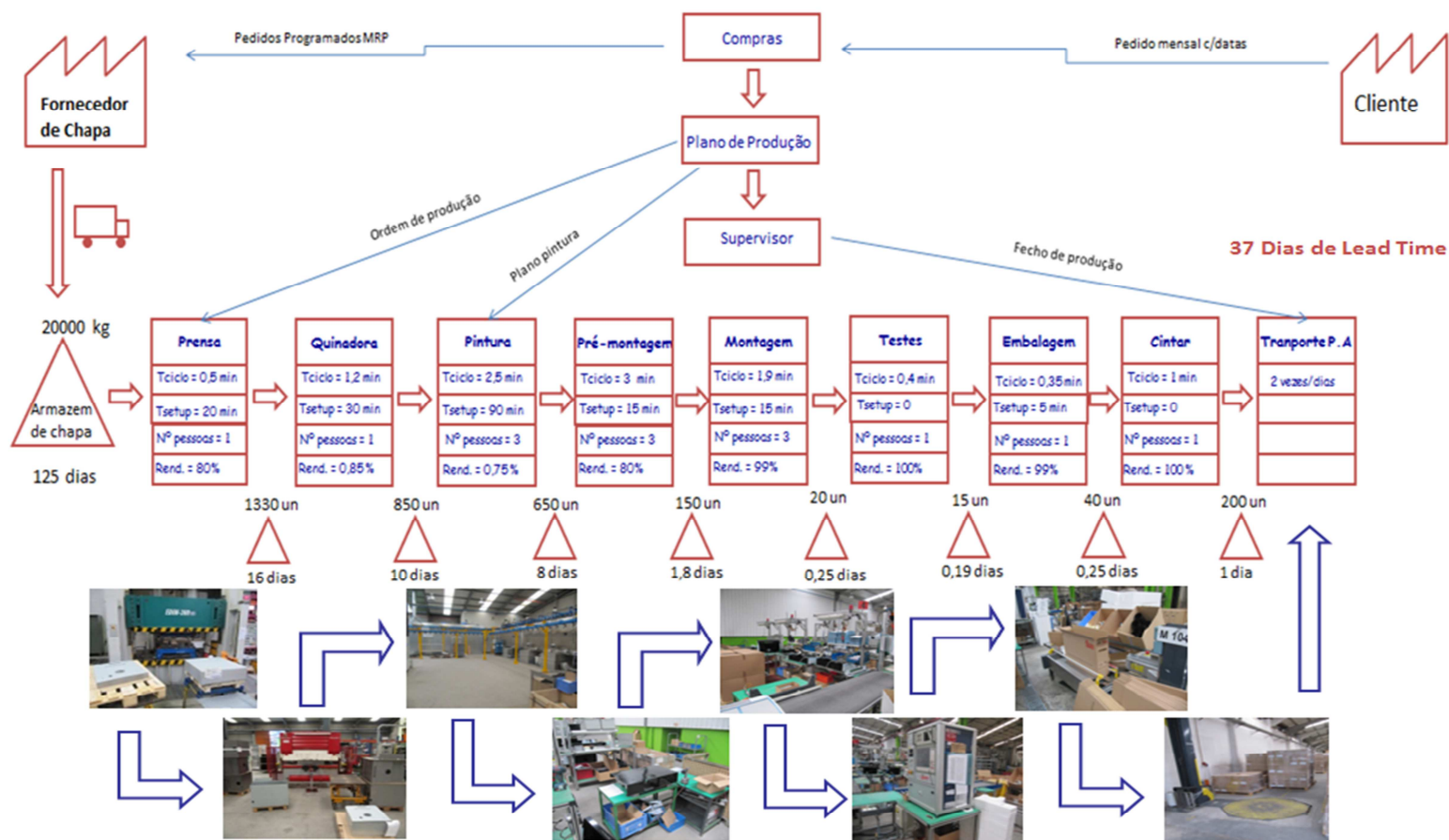


Figura 20 – Value Stream Mapping estado corrente envolvente

Value Stream Mapping estado futuro envolvente

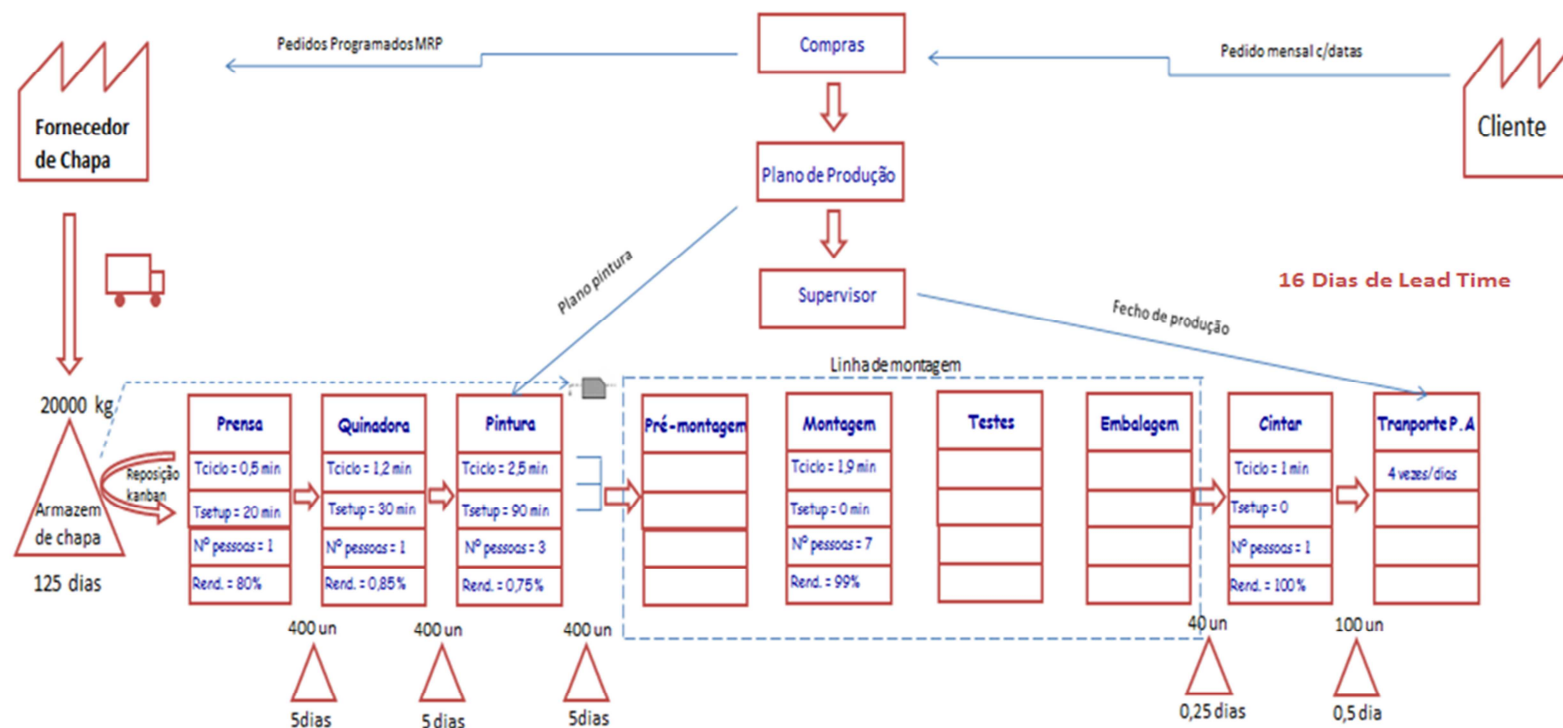


Figura 21 – Value Stream Mapping estado futuro envolvente

A integração dos processos de pré-montagens, de testes e de embalagem é visível neste mapeamento, todo o *stock* intermédio que existia entre estes processos deixa de existir, passando a funcionar como um só. Outro aspeto relevante é a diminuição de *stock* intermédio entre processos, estes vão passar a ser controlados por *Kanban*, definindo um *stock* mínimo de cinco dias. As quatrocentas unidades devem-se ao facto de a média diária dos cinco meses anteriores deste componente (envolvente inox) ter uma cadência de oitenta por dia, ficando esses cinco dias em quatrocentas unidades. O transporte do produto acabado vai ser realizado quatro vezes ao dia, ficando este produto apenas meio-dia em *stock*. No VSM do estado futuro o *lead time* final deste componente é aproximadamente de dezasseis dias, havendo uma redução em mais de cinquenta por cento do *lead time* do VSM do estado corrente.